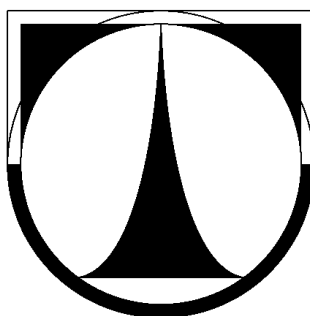


Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní



Anastasia Saitova

# **ANALÝZA SYSTÉMU PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ VÝROBY VE VYBRANÉ ORGANIZACI**

Diplomová práce

2013

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor : Výrobní systémy

Zaměření : Pružné výrobní systémy pro strojírenskou výrobu

## **ANALÝZA SYSTÉMU PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ VÝROBY VE VYBRANÉ ORGANIZACI**

### **ANALYSIS OF PRODUCTION PLANNING AND MANAGEMENT IN SELECTED ORGANIZATION**

KVS - VS - 230

Anastasia Saitova

Vedoucí práce : doc. Dr. Ing. František Manlig

Počet stran : 73

Počet příloh : 14

Počet obrázků : 31

Počet tabulek : 5

Počet modelů

nebo jiných příloh : 0

V Liberci dne 21.12.2012

**TÉMA: ANALÝZA SYSTÉMU PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ VÝROBY VE  
VYBRANÉ ORGANIZACI**

**THEME: ANALYSIS OF PRODUCTION PLANNING AND  
MANAGEMENT IN SELECTED ORGANIZATION**

**Anotace**

Cílem této diplomové práce je analýza a návrh změn v řízení podniku s účelem zlepšování výrobního procesu, zvýšení jeho rychlosti i spolehlivosti. Práce zahrnuje analýzu stávající koncepce rozvrhování výroby, popis problému v plánování a návrh účinného rozvrhování výroby. V práci je také uvedena teorie ze sféry plánování.

**Annotation**

The goal of this thesis is an analysis and design changes in business management targeting an improvement of a production process, an increase of its speed and reliability. The work includes analysis of existing production scheduling concept, a description of the problem in an efficient planning and production scheduling. Theoretical background from the sphere of planning is also covered in the work.

Desetinné třídění:

Klíčová slova: Řízení výroby, plánování, rozvrhování výroby, Informační systém.

Keywords: Production management, planning, production scheduling, Information system.

Zpracovatel: TU v Liberci, Katedra výrobních systémů  
Dokončení: 2012  
Archivní označení zprávy:

Počet stran: 73  
Počet příloh: 14  
Počet obrázků: 31  
Počet tabulek: 5  
Počet modelů  
nebo jiných příloh : 0

## **Čestné prohlášení**

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci dne

podpis

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat doc. Dr. Ing. Františku Manligovi za pomoc při zpracování diplomové práce, cenné rady a trpělivost. Také bych ráda poděkovala Ing. Františku Koblasovi za pomoc při realizaci praktické části, poskytnuté konzultace a čas, který mě věnoval.

Tímto bych ještě chtěla poděkovat zaměstnancům společnosti MZ Liberec za ochotu, trpělivost, poskytování nutných dat a čas, který mě věnovali.

# OBSAH

1 ÚVOD .....	9
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	10
2.1 Plánování .....	10
2.1.1 Výroba, výrobní plán, rozvrh .....	11
2.1.2 Zakázková výroba .....	13
2.1.3 Dávková výroba .....	13
2.2 Informační systémy .....	14
2.2.1 Enterprise Resource Planning (ERP).....	15
2.2.1.1 Rozdělení ERP .....	16
2.2.1.2 Helios Orange .....	17
2.2.1.3 Přínosy a nedostatky ERP .....	19
2.2.2 Advanced Planning and Scheduling (APS).....	19
2.2.3 Manufacture Execution System (MES).....	20
2.3 Použité rozvrhovací metody.....	22
2.3.1 Technika rozvrhovacích prioritních pravidel .....	23
2.3.2 Evoluční algoritmus .....	24
2.3.3 Konstruktivní algoritmus .....	24
2.3.4 Lokální prohledávání .....	25
3 ANALÝZA STÁVAJÍCÍ KONCEPCE ROZVRHOVÁNÍ VÝROBY .....	26
3.1 Zaměření podniku .....	26
3.2 Postup výroby.....	27
3.3 Výrobní systém podniku.....	32
3.4 Rozvrhování výroby .....	33
4 ZPŮSOBY ROZVRHOVÁNÍ VÝROBY .....	41
4.1 Popis modelu a plánovacího softwaru .....	41
4.2 Analýza výsledků .....	45
4.2.1 Využití strojů.....	47
4.2.2 Splnění zákaznického termínu pomocí kritéria zpoždění.....	47

4.2.3 Splnění zákaznického termínu pomocí kritéria „makespan“ .....	48
4.3 Porovnání výsledků splnění zákaznického termínu.....	50
4.4 Analýza použitých algoritmů .....	51
4.4 Shrnutí.....	52
5 ZÁVĚR .....	53
6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	54
7 SEZNAM OBRÁZKŮ .....	56
8 SEZNAM TABULEK .....	58
9 SEZNAM PŘÍLOH .....	59

# 1 ÚVOD

Dnes, v době obrovského konkurenčního prostředí, je základem existence a rozvoje podniku spokojenost zákazníka. Přesná informace v požadovaný okamžik je naprosto nutná. Když je někdo neschopen se pečlivě postarat o zákazníka, hned se najde konkurent, který to dokáže. Aby firma neztratila klienta, musí se neustále zlepšovat nejenom v jakosti výroby ale i v rychlosti a lepší spolehlivosti. V tomto podnikatelovi hodně pomáhají informační systémy (IS). Proto je velmi důležité mít kvalitní IS a nešetřit na nich.

V průběhu času, jak firma roste, roste objem jejích informačních dat. Nejde skloubit konkurenceschopné řízení, kontrolu a obhospodařování informací bez odpovídajících IS.

Pokud jsou již IS zaváděny ve společnosti, je také důležité jejich maximální využití.

Informační systémy mají za úkol:

- vyhledávání, zpracování a ukládání informací, které jsou uloženy po dlouhou dobu a jejichž ztráta je nenahraditelná
- skladování dat odlišné struktury
- analýza a prognóza informačních toků.

To může pomoci podniku v automatizaci řídicích procesů, plánování a ve snížení nákladů spojených se zpracováním dat.

Diplomová práce se zabývá problematikou řízení a plánování výroby ve společnosti MZ Liberec, a.s. Firma MZ Liberec, a.s. používá k řízení výroby IS HELIOS Orange. Ještě nedávno však podnik neměl tento systém, vše se dělalo jen s pomocí lidských zdrojů. Z toho vyplývalo hodně papírové práce. Nyní je to již o poznání lepší, avšak stále se najde prostor na zlepšení.

Cílem práce je návrh změn v řízení podniku s účelem zlepšování výrobního procesu, zvětšení jeho rychlosti i spolehlivosti.

První část je teoretická a zahrnuje v sobě informace o druzích plánování výroby a jejich rozdílu. Zde se pojednává o základních plánovacích systémech.

Druhá část má v sobě popis současného stavu podniku, jaké je zde plánování, rozvrhování výroby, jaký plánovací systém se používá, co se vyrábí a kam se to následně dodává.

Praktická část je provedena za pomoci softwaru Katedry výrobních systémů. K tomuto softwaru je vytvořen model dat technologického postupu. Tato praktická část vystupuje jako návrh na zlepšení v plánování a řízení podniku. Výsledky modelu jsou porovnány se stávajícími. Je ukázán rozdíl mezi ručním a softwarovým rozvrhováním.



## 2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

### 2.1 Plánování

Současná situace na trhu nutí průmyslové podniky k většímu zaměření na řízení celého podniku. Kvalitní řízení firmě velmi zjednodušuje proces splňování všech požadavků dnešního trhu. Nejčastějšími požadavky jsou: široký sortiment produktů, krátká dodací lhůta, nízké ceny, vysoká kvalita a neustálá modernizace. Kvůli těmto požadavkům roste tok informací, jenž vyžaduje zlepšení v řízení výroby. Základem správného řízení podniku je plánování, s jeho pomocí určuje firma, v jaké fázi se nachází a kam chce směřovat. Nelze však úplně jasně předvídat budoucnost, protože je nutné brát v úvahu velké množství vnějších faktorů, schopných změnit i propracované plány. Nicméně bez plánů firma nemá velké šance udržet se na vysoce konkurenčním trhu [1], [2].

Plánování je rozhodovací proces, zaměřený na stanovení cílů a určování postupů, které k nim vedou.

Plán je výstup procesu plánování. Z plánu by měli vyplývat tato fakta:

- čeho chce dosáhnout podnik,
- jak k tomu přijde.

Pro efektivní práci musí lidé vědět, co mají dělat – to je také funkce plánování.

Zásadní charakteristiky plánování jsou [3]:

- plánování vede k dosažení cílů a záměrů
- je to hlavní úkol v řízení
- týká se všech aktivit podniku
- zajišťuje účinné provádění činností.

Postup plánování [1]:

1. pochopení příležitosti
2. definování cílů a úloh
3. projednání plánovacích domněnek
4. definice možných postupů
5. srovnání variant možností s přihlédnutím k požadovaným cílům
6. výběr jediné možnosti (alternativy)

7. příprava podpůrných plánů
8. převedení plánů do číselné podoby rozpočtem.

### **2.1.1 Výroba, výrobní plán, rozvrh**

Pojem výroba většinou znamená vlastní výrobu, nákup, zajišťování různých služeb, transport, skladování, správu a kontrolu těchto sfér [3].

Výrobní proces se často dělí na etapy:

- předvýrobní etapa
- výrobní etapa
- odbytová etapa.

Typ odbytu se určí předem (buď je na zakázku anebo na anonymní trh). Již potom je možné samostatné plánování výroby, které se skládá s těchto etapy [2]:

- přibližné plánování (tzv. hrubé plánování)
- ověření plánu (včetně kapacitní kontroly plánu)
- materiální plánování
- krátkodobé plánování (rozvrhování výroby).

Výrobní plány v závislosti na období, které zahrnují, mohou být: krátkodobé, střednědobé a dlouhodobé.

Krátkodobé plány (rozvrhy) mají za svůj cíl optimalizování:

- počtu objednávek na pracovištích
- posloupností činností
- rozdílů činnostních úloh
- využívání strojních kapacit.

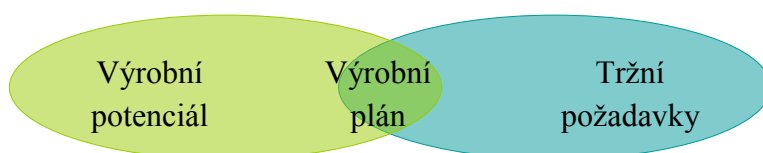
Střednědobé plány mají za svůj cíl optimalizování:

- využití lidských zdrojů
- výrobního výkonu
- minimalizace výrobních zásob
- spolupráce s dodavateli.

Dlouhodobé výrobní plány mají za svůj cíl optimalizování:

- využití strojních a lidských zdrojů (dlouhodobé)
- umístění strojů a vybavení
- rozmístění řídicích aktivit
- konkurenceschopnosti produkce
- zkrácení výrobního procesu.

Výrobní plán poskytuje porovnání požadavků na výrobní kapacity a dostupných výrobních kapacit [3].



Obr. 2.1. Poměr výrobního managementu a marketingového [3]

Souhrnem výrobních plánů je hlavní výrobní plán.

Hlavní výrobní plán má za účel rozvrhování výroby včetně dodržování termínů a množství. Hlavní výrobní plán musí být sestavený zkušeným profesionálem a nesmí vypadat nereálně. Čím blíže jsou termíny splnění v plánu, tím přesněji musí být určeny všechna potřebná data [3].

V podniku se může vyrábět buď jeden druh výrobků nebo několik výrobků.

Výroba, která je zaměřena na zhotovování jen jednoho druhu výrobku, je nejvíc racionální výroba. Jsou zde menší náklady, jestliže se správně využívají výrobní zdroje. Ale tento druh výroby má i negativní stránku. Je zde daleko větší riziko při prodeji. Může se totiž stát, že o výrobek přestane mít trh z nějakého důvodu zájem.

Výroba několika druhů výrobků má větší šance při odbytu své produkce. Při nezájmu o jeden druh produkce a s tím spojenými ztrátami, se toto může kompenzovat vysokým prodejem jiného druhu produkce. Tím se vyrovnávají rizika v odbytu. Úkolem je zde pak správné využití všech kapacit, a shoda uvedených termínů výroby s jejich postupy.

Také se rozlišuje výroba podle odbytu produkce. Existuje totiž výroba na určitou zakázku a výroba na anonymní trh. To má samozřejmě také vliv na proces řízení a rozvrhování výroby [2].

### **2.1.2 Zakázková výroba**

Zakázkovou výrobu je možné začít až po skutečném potvrzení objednávky zákazníkem. Objednávkou zákazníka může být buď úplně nový produkt anebo pozměnění jedné ze standardních nabídek podniku. Toto to důležité rozlišovat.

Hlavní rysy zakázkové výroby jsou:

- obtížnost v předvídání poptávek
- kritičnost v kapacitním plánování výroby
- pružnost v potřebných kapacitách
- technologický postup, jenž nemá pevné omezení
- opakování procesu výroby, které je nepravidelné.

Produkce zakázkové výroby má většinou vyšší cenu. Zakázková výroba klade vysoké požadavky na kompetenci pracovníků, kteří se účastní výroby [2], [4], [5].

### **2.1.3 Dávková výroba**

Dávkovou výrobou se produkuje velká sériová produkce ve výrobních dávkách. Většinou jsou to produkce každodenní potřeby: jídlo, nápoje, mycí a kosmetické potřeby atd.

Hlavní rysy dávkové výroby jsou:

- průběh výrobků výrobou je krátký
- musí být častá kontrola materiálů, polotovarů a produkce
- materiál je většinou levný
- výrobní procesy probíhají na výrobních linkách
- požadavky na kvalitu produkce jsou velké
- zaměření plánování hlavně na kapacitu.

Při dávkové výrobě se zmenšuje sortiment produkce, ale zvyšuje se kvantita produkce [4], [5].

## **2.2 Informační systémy**

Informační systémy jsou propojené souhrny prostředků, metod a personálu, které poskytují v podnicích analýzu a kontrolu výrobního procesu. IS jsou zejména používány pro ukládání, zpracování a předávání informací. Odlišné IS mají různý význam a různý rozsah. Také informační systémy se liší mírou ovládání sfér činností podniku. Mohou brát v úvahu jen účetnictví a sklad, nebo navíc ještě finance, výrobu apod. Nicméně všechny IS spojuje řada společných znaků, jsou to:

- základní činnosti IS: sběr, ukládání a zpracování informací
- IS jsou předurčeny pro obvyčejného uživatele, který nemusí být specialistou v oblasti výpočetní techniky

Tudíž základem libovolného informačního systému je prostředek pro ukládání a přístup k datům. IS mají zahrnovat intuitivně srozumitelné příkazy pro klienta [6].

Hlavní úkoly IS jsou:

- vyhledávání, zpracování a ukládání informací, které jsou uloženy po dlouhou dobu a jejichž ztráta je nenahraditelná
- uchovávání dat odlišné struktury
- analýza a prognóza informačních toků
- výzkum způsobů prezentace a uchovávání informací
- tvorba postupů a technických prostředků pro jejich provedení, pomocí kterých je možná automatizace procesu získávání informací z dokumentů, nepředurčených pro výpočetní techniku, ale určených pro zpracování člověkem
- vytvoření informačních systémů pro získávání dat, schopných přijímat požadavky od informačních skladů; tyto požadavky mohou být zformulovány jak v přirozeném jazyce, tak i ve speciálních jazycích pro systémy tohoto typu
- vytvoření sítí pro uchovávání, zpracování a přenos informací, které zahrnuje informační databanky, terminály, zpracovatelské centra a komunikační prostředky.

Konkrétní úkoly, které musí být řešeny prostřednictvím IS, závisí na aplikační oblasti, pro kterou je systém určen. Aplikační oblasti pro informační systémy jsou různé. Jsou to buď řízení výroby, bankovníctví, medicína, školství, nebo i doprava apod. Trendy ve vývoji informačních technologií vedou ke stálému nárůstu složitosti IS [7].

Důležité přínosy informačních systémů [6]:

- automatizace aplikací matematických metod k vyřešení úkolů v oblasti řízení
- částečné osvobození zaměstnanců od rutinní práce
- snížení objemu papírových dokumentů
- vylepšování dokumentace
- minimalizace pravděpodobnosti vzniku chyby během přenosu nebo zpracování informací
- snížení nákladů na výrobu produktů a služeb

Největšími trendy ve sféře IS jsou:

- propojování IS (SCM, APS, MES apod.)
- zohlednění procesní orientace podniku.

Splnění těchto trendů je možné pomocí implementace ERP (Enterprise Resource Planning) systému. Vývoj ERP vede k důležitým změnám v oblasti podnikových informačních systémů [8].

### **2.2.1 Enterprise Resource Planning (ERP)**

ERP systém je většinou chápán jako komplexní informační systém, který pokrývá všechny sféry procesů organizace [8].

ERP je také chápán jako hotový software, který dává možnost automatizovat a integrovat důležité procesy firmy. ERP umožňuje sdílení dat organizace a jejich poskytování v reálném čase [9].

Výběr informačního systému závisí na velikosti a zaměření podniku. Pro jednoho podnikatele stačí manažerský IS pro vedení účetnictví a správu majetků. Pro větší firmu je již nutný systém s více možnostmi. ERP musí odpovídat potřebám firmy. Organizace mají mnoho procesů, které mohou být poskytovány ERP systémem. Z těchto procesů je možné jmenovat např. správa účetnictví, skladování, plánování výrobního procesu a jeho řízení, komunikační a další procesy. ERP také úspěšně řeší problémy s kombinací dat o zaměstnancích v různých odděleních (výběr personálu, růstové vyhlídky, rekvalifikace apod.). Pro úspěšné a výhodné využití ERP se musí provést správná analýza zásadních procesů v podniku. Správně vybraný a dobře nastavený ERP vede k vylepšování informačních procesů, svižnému nalézání dat o efektivitě podniku a partnerů.

### 2.2.1.1 Rozdělení ERP

Jedním z hlavních faktorů rozdělení ERP systému je velikost firmy [10], [11]:

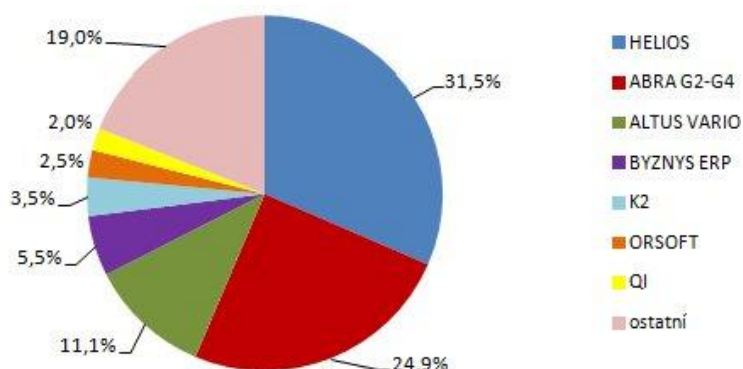
- malé systémy – pro firmy s počtem zaměstnanců od 10 do 49 a obratem do 220 mil. Kč
- střední systémy – pro firmy s počtem zaměstnanců od 50 do 249 a obratem do 1,4 mld.Kč
- velké systémy – pro firmy s počtem zaměstnanců větším než 250 a obratem nad 1,4 mld.Kč

Nejčastějšími dodavateli ERP v České Republice jsou:

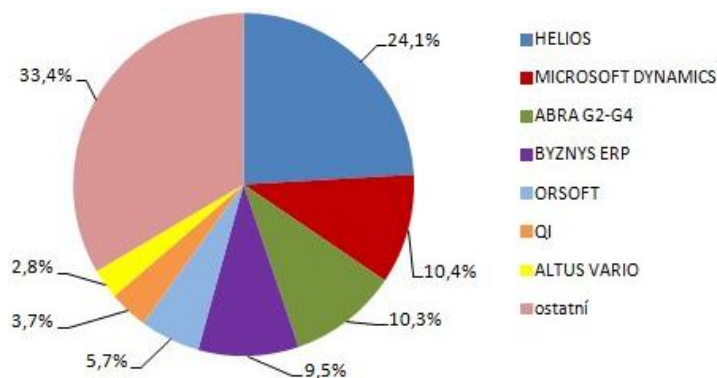
- Helios od společnosti Asseco Solutions
- G2,G3, G4 od společnosti ABRA
- Orsoft od společnosti Ortex
- K2 od společnosti K2 Atmitec
- Altus Vario od společnosti Altus H
- SAP
- Microsoft Dynamics
- Byznys ERP.

Více o těchto systémech je v [10].

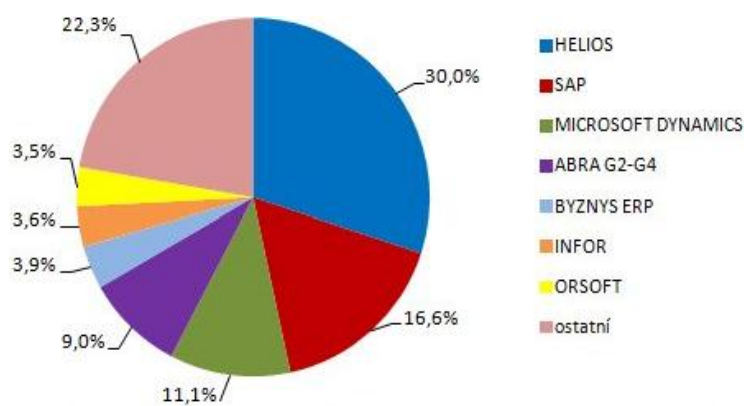
Níže jsou uvedeny obrázky s využíváním druhů ERP v malých, středních a velkých podnicích:



Obr. 2.2. ERP systémy, nasazené v malých firmách [10]



Obr. 2.3. ERP systémy, nasazené ve středně velkých firmách [10]



Obr. 2.4. ERP systémy, nasazené ve velkých firmách [10]

Jak vidíme s obrázků, nejčastěji používaný systém ERP je Helios, navíc nejpopulárnějším mezi podniky je Helios Orange.

### 2.2.1.2 Helios Orange

Nejpoužívanějším ERP systémem ve všech druzích podniků (zejména malých a středně velkých) je Helios Orange od společnosti Asseco Solutions. Je to technologicky vyvinutý ERP systém pohodlný pro uživatele, který umožňuje modelovat nejen základní procesy firmy, ale i vysoce specializované procesy. Helios Orange je jedním z All-in-One systémů.

Princip fungování systému je založen na soběstačných modulech, používajících základní číselníky, soustředěné do jednoho místa v systému. Všechny výstupy je možné získat z účetnictví, ve kterém jsou spojeny veškeré moduly. Jádro (Helios Core) je základem pro celý systém. Pomocí tohoto jádra je možné určit vlastní přehledy, spojení, akce, tabulky, činnosti, postupy, apod. Pomocí jádra také probíhá automatická kontrola běžných činností s vytvořením skriptů současných změn.





Obr. 2.5. Rozmístění modulů v systému Helios Orange [10]

Vlastnosti Heliosu [10]:

- podrobná funkcionalita v oblastech:
  - ekonomiky
  - personalistiky
  - plánování
  - logistiky
  - řízení výroby
- skvělý poměr mezi cenou a užitnou hodnotou
- snadné nasazení a provoz
- komplexní řešení problémů
- možnost uživatelských úprav.

### **2.2.1.3 Přínosy a nedostatky ERP**

Hlavní přínos ERP systému je zjednodušení plánovacích a řídicích procesů firmy [12].

Nedostatky ERP jsou [8]:

- drahá údržba
- neshoda nabízené funkčnosti výrobku s potřebami uživatele
- proces spojování s jinými systémy je složitý a je nutné neustálé přizpůsobování s novými verzemi systému
- obrovská závislost na externím dodavateli a celkově na tomto systému.

### **2.2.2 Advanced Planning and Scheduling (APS)**

APS je informační systém pro pokročilé plánování výroby a její rozvrhování. APS funguje s ohledem na všechny funkce a omezení výroby.

Plánování pomocí APS systému se liší od tradičního plánování; odlišnosti jsou:

Tradiční plánování:

- místní pohled a postupné plánování
- plánování bez zaměření na omezení výroby
- reálnost produkce zobrazena omezeně
- pozorování jen jednofaktorových změn a mnohonásobné opakování.

Plánování pomocí APS systému [13]:

- globální optimalizace a synchronní plánování
- plánování probíhá s ohledem na omezení
- dodavatelský řetězec je znázorněn kompletně
- pozorování změn různých druhů.

Většina APS systémů podporuje webově orientované technologie, které umožňují vzdálenou práci s plány (vizualizace plánů, zavedení zakázek, zobrazení zpráv apod.). Je zde možnost funkčního omezení vzdáleně se připojujících uživatelů.

Přítomnost mocného nástroje pro vizualizaci a generaci zpráv velmi usnadňuje proces analýzy informací. APS poskytuje uživateli pohodlné prostředky: různé grafy, diagramy, velké sady

vestavěných zpráv a možnost generování vlastních zpráv. APS systémy mohou být integrovány s externími systémy generování zpráv (např. Crystal Reports).

APS systémy mohou pracovat samostatně nebo mohou být integrovány do skutečného informačního prostředí podniku, například ERP – APS – MES [14].

Přínosy APS [15]:

- minimalizace zásob materiálu, polotovarů a také hotové produkce
- šetření času na plánování
- zvýšení výrobního výkonu
- zkrácení času výrobního cyklu a minimalizace čekání
- snížení nákladů na jednotku produkce
- splňování termínů zakázek
- zlepšení využívání kapacit
- kontinuální proces výroby.

APS pomáhá zejména zkrátit dobu procesu plánování a rozvrhování výroby. Výsledkem jsou přesné a spolehlivé plány. Ale, jak již bylo řečeno, APS přístup navíc přispívá ke zlepšení řízení celého dodavatelského řetězce (Supply Chain).

### **2.2.3 Manufacture Execution System (MES)**

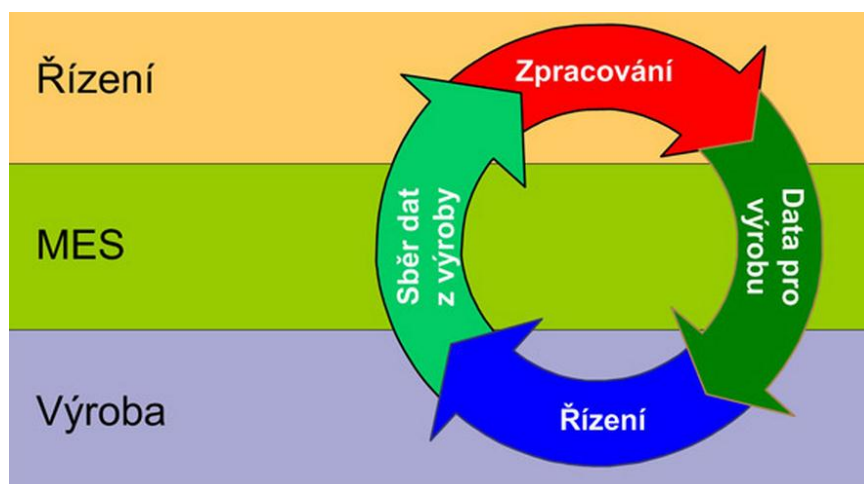
MES je informační systém, jenž byl původně určen k řízení výroby.

MES umožňuje zdolání překážek mezi procesní automatizací a podnikovým systémem ERP [16].

MES systém má roli jakéhosi mostu mezi světem výroby a světem řízení. Tudiž MES systém je docela samostatný a může se zapojit do sfér:

- plánování a řízení výroby
- řízení údržby
- ostatní.

Za jeden ze základů fungování systému se bere obousměrná komunikace výroby a managementu. Skutečné informace z výroby se přenášejí do podnikových ERP systémů a dále po zpracování dat se přenášejí zpátky do výroby [17].



Obr. 2.6. Běžný cyklus informací v podniku

Zásadní úkoly MES systému [18]:

- zabezpečení vhodného výrobního chodu (GMP – Good Manufacturing Practices)
- zavedení do výroby a její řízení v souladu s objednávkami a požadavky (zabezpečených ERP systémem)
- nabytí výrobních dat - zkoumání a dokumentační popis výrobních ztrát umožňuje jejich následnou eliminaci ve výrobě
- protokol výrobních dat (skutečný průběh výrobků, tzv. rodokmen)
- monitorování výkonu využití kapacit a prostojů - monitorování prostojů v reálném čase vede ke zlepšování výrobního procesu a lepšímu využití kapacit
- zajištění dat o výrobě (výkazy) a analýza.

Toto nám následně pomáhá ve splnění těchto důležitých cílů [19]:

1. zvýšení kvality
2. snížení nákladů
3. pružná reakce.

MES je vázán k těmto pojmům:

**KVALITA – PRODUKTIVITA – EFEKTIVITA.**

MES systémy pomáhají firmě v detailním zkoumání a řízení technologických postupů, pomáhají k obousměrnému cyklu informací v podniku (od výroby do vyšších řídicích systémů podniku a zpátky). Systém se hodí firmám s velkou sériovou a nesériovou výrobou s požadavkem na neměnnou kvalitu, které by chtěly: snížit zásoby, zkrátit čas průchodu výrobku výrobou,

automatizovat administrativní práce, optimalizovat výrobní a logistické procesy, umožnit rychlé reakce (pomocí monitorování výroby v reálném čase), kontrolovat kvalitu, snížit manipulační náklady materiálů ve výrobě, splňovat termíny zakázek [19].

Systémy, spojené s MES:

- ADVANCED PLANNING AND SCHEDULING (APS)
- SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (SCM)
- PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT (PLM)
- QUALITY MANAGEMENT SYSTEM (QMS).

## **2.3 Použité rozvrhovací metody**

Problematika rozvrhování výroby je správné využití veškerých zdrojů v čase za přítomnosti určitých omezujících faktorů výroby. Omezujícími faktory ve výrobě jsou: čas, technologický postup, materiálová dosažitelnost, výrobní zdroje (stroje, lidi atd.) Rozvrh by se měl blížit k optimu. V rámci optimalizace posuzují optimalizační kritéria, aby bylo možné ohodnocení jakéhokoli návrhu rozvrhovacího řešení. Příklady kritérií jsou:

- nejmenší doba výroby veškerých zakázek
- vytíženost strojů
- splnění lhůt zákazníka
- zmenšení zásob [21].

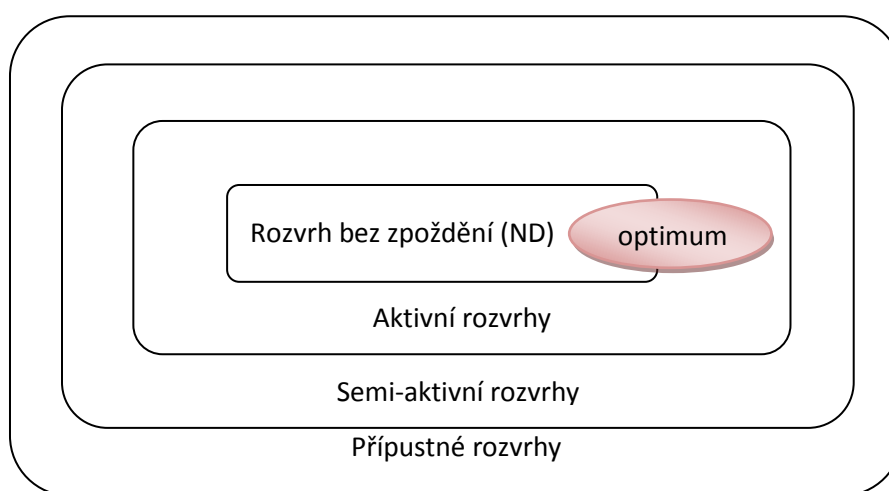
Rozvrhovací problémy se dají rozdělit podle jejich vlastností do těchto skupin:

- Job-Shop – pro zakázkovou výrobu
- Flow-Shop – pro sériovou výrobu
- Open-Shop – pro servis a služby.

Skupina Job-Shop je více populární díky její aplikovatelnosti na složitější problémy. Zakázková výroba je komplikovaná, a její proces se často v čase mění. V této práci bude prozkoumaná skupina Job-Shop vzhledem k tomu, že je nejvíc odpovídající charakteru výroby v MZ Liberec. Pro řešení rozvrhovacích optimalizačních problémů existují rozličné heuristické metody, které pracují s množinou možných řešení problému, a vyhledávají tu neoptimálnější.

Existují 3 druhy rozvrhů:

- Semi-aktivní rozvrh je rozvrh, ve kterém není možné posunutí začátku jednotlivých operací dopředu beze změny pořadí uskutečnění operací na strojích
- Aktivní rozvrh je rozvrh, ve kterém není možné posunutí operací dopředu beze změny polohy ostatních operací v čase
- Rozvrh bez zpoždění je rozvrh, který nemá prostoje, ve kterých by nemohla proběhnout nějaká operace. Je také nezbytné vědět, že rozvrh bez zpoždění není vždy optimální.



Obr. 2.7. Druhy rozvrhů (upravené podle obrázku ze zdroje [22])

### 2.3.1 Technika rozvrhovacích prioritních pravidel

Pro řešení rozvrhovacího problému v této práci bude použita technika rozvrhovacích prioritních pravidel. Smyslem je určení priority u každé operace a předání operace s nejvyšší prioritou do rozvrhu. Příklady prioritních pravidel jsou:

- FIFO abstraktní pojem v oblasti zpracovávání fronty dat. Uspořádání procesu principem kdo první přišel, ten bude zpracován jako první. Druhý čeká na odchod prvního atd. (angl. First In, First Out – „první dovnitř, první ven“).
- Pravidlo SPT (Shortes-Processing-Task-first) ukládá úkoly v sestupném pořadí jejich procesních časů.  
Pro použití tohoto algoritmu je potřeba vědět dopředu možnou dobu řešení úkolů.
- LPT je jedním z nejefektivnějších a nejobtížnějších pravidel. Podstatou je stanovení pořadí řešení úloh od nejdelšího k nejkratšímu (Longest-Processing Task first).
- MWKR se používá při požadavku zpracovat co nejvíc výrobků naráz (angl. Most Work Remaining – nejvíce zbývající práce).
- RS (Random Select) slouží pro generování podle náhodného pořadí.

### 2.3.2 Evoluční algoritmus

Evoluční algoritmus (EA) se používá v případě nemožnosti najít jedno věrné řešení úlohy (příkladem je výpočet množství větví na stromu, apod.). Principem této metody je Darwinova teorie o přirozeném výběru. Vývoj populací je možný jen při zdravé soutěži mezi jedinci této populace, tedy přežití nejlepšího [24].

Cyklus EA se skládá z [25]:

- a. Navrhne se složení jedince
- b. Od tohoto jedince se vygeneruje prvotní populace
- c. Určuje se jakost potomků
- d. Vybírá se rodič ve vztahu k bodu c.
- e. Generují se noví jedinci
- f. Noví jedinci se srovnávají se starými a vylučují se horší
- g. Zpátky na bod c

Z tohoto schématu je možné definovat osnovy evolučních modelů pro řešení složitých úloh

Osnovami řešení pomocí evolučních algoritmů jsou:

- EA využívá množinu eventuálních řešení
- Zjištěná řešení následně generují nová, což vede ke zlepšování výsledků
- Z dané množiny řešení se eliminují ty nejhorší

### 2.3.3 Konstruktivní algoritmus

Konstruktivní algoritmy (KA) se používají jako první metoda v řešení rozvrhovacích problémů. Hlavním rysem tohoto algoritmu je jeho snadnost použití. Dalšími rysy jsou [26]:

- KA začínají pracovat s prázdným řešením pomocí rozlišných metod (například prioritních pravidel)
- řeší rozvrhovací (plánovací) úlohy s ohledem na omezení technologických procesů (jako posloupnost procesu, materiální požadavky apod.).

Konstruktivním algoritmem se generuje aktivní rozvrh i rozvrh bez zpoždění. Z existujících prioritních pravidel jsou použity SPT, LPT, MWKR, FIFO, RS. U RS se dá nastavit množství očekávaných náhodných rozvrhů.

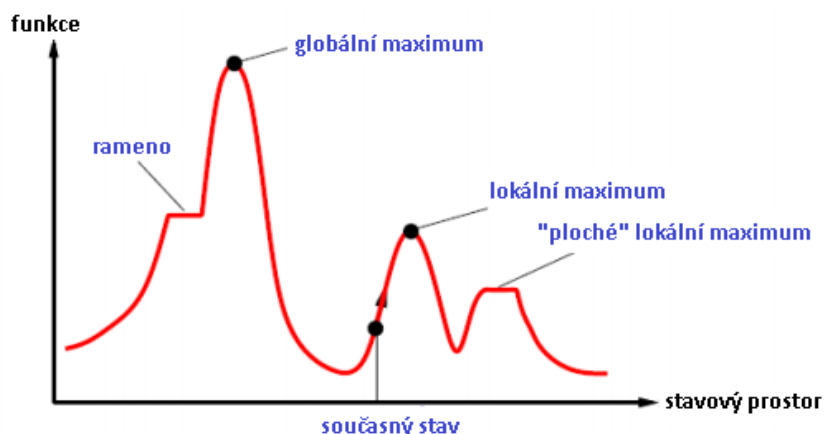
### 2.3.4 Lokální prohledávání

Lokální prohledávání ve své podstatě řeší úlohy, které nemají za cíl nález optimální cesty ke konečnému (cílovému) bodu, ale optimalizace některé cílové funkce. Optimalizační problémy se řeší touto metodou.

- K popisu stavů se používá oblast stavového prostoru
- Problém se omezuje k nalezení buď stavu globálního maxima anebo globálního minima v dané oblasti.

Algoritmus se považuje:

- za kompletní pokud je zaručen nález maxima
- +  
- za optimální, jestli je toto maximum globální [27].



Obr. 2.8. Oblast stavového prostoru [28]



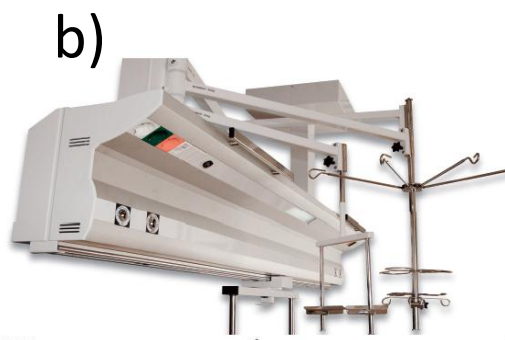
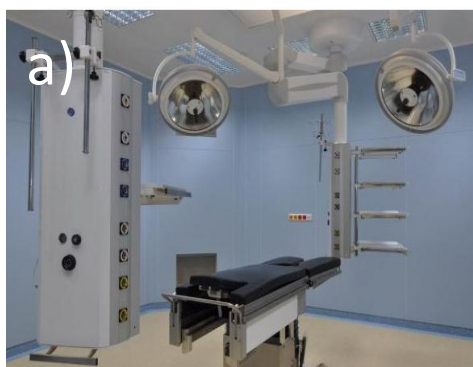
## 3 ANALÝZA STÁVAJÍCÍ KONCEPCE ROZVRHOVÁNÍ VÝROBY

### 3.1 Zaměření podniku

Firma MZ Liberec, a.s. se zabývá zejména rozvodem technických plynů a plynů používaných v nemocnicích a podobných zařízeních. Nejdůležitější činností podniku je výroba zdravotnických napájecích jednotek a jejich montáž. Těmito jednotkami se vybavují pokoje intenzivní péče, operační sály, ARO atd. Zároveň firma nabízí dodávky a kompletaci zdrojů, připojování kompresorových stanic. Polotovary jsou částečně vyrobeny přímo v podniku a částečně nakupovány.

Hlavní produkty jsou:

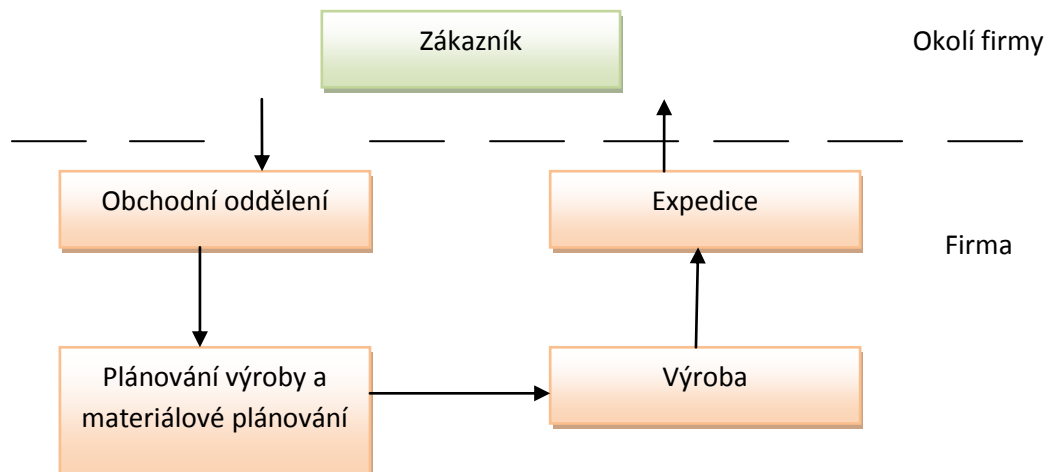
- stropní stativy
- stropní stativy s kompaktními rameny
- zdrojové mosty
- osvětlovací instalační rampy
- příslušenství ramp, mostů a stativů
- zdroje medicínálních plynů
- rozvody medicínálních plynů
- projekční, montážní a servisní činnost.



Obr. 3.1. a) Vybavení operačního sálu; b) Zdrojový most; c) Otočný stropní stativ s výkyvným ramenem [20]

### 3.2 Postup výroby

Veškerý proces výroby začíná smlouvou zákazníka s obchodním oddělením (obchodem), dále po výrobě zakázka postupuje do expedice, odkud se dále vysílá k zákazníkovi. Tento proces dobře znázorňuje obrázek 3.2.



Obr. 3.2. Průchod zakázky firmou

Samostatná výroba je tvořena těmito kroky:

1. Firma se zákazníkem podepisuje smlouvu, shoduje se na termínech, vyjadřuje se co je předmětem zakázky. Zakázkou je buď standardní stropní stativ, zdrojový most, rampa anebo zvláštní požadavek zákazníka (třeba se liší velikost ramen, rozměr polic apod.).

2. Obchodní oddělení zpracuje tuto zakázku a vytvoří z toho Expediční příkaz. Expedičním příkazem je dokument, v kterém je popis zakázky, co vše vlastně v sobě zahrnuje, seznam polotovarů. Tento Expediční příkaz jde pak do výroby a na expedici.

3. V oddělení řízení výroby položky tohoto Expedičního příkazu zaplánují do výroby a připravují pro dílny Výrobní příkazy (VP), kde jsou naznačeny zodpovědné osoby pro každý VP.

4. Všichni mistři mají přístup k ERP systému podniku, což jim dovoluje hned po zadání zaregistrovat a vytisknout VP, který se jich týká. Tyto VP označí jako převzaté výrobou (tímto se ostatní dozví, že je příkaz již v dílně). K tomu také mistr vytvoří pomocí systému „potvrzení zakázky“, dokument, který zahrnuje všechny polotovary potřebné pro zakázku s čárovými kódy a termíny.

5. Vytisknuté VP hlavní mistr předává mistrovi dílny. Ten již má na každý polotovar výkres a technologický postup včetně seznamů potřebných nástrojů.

7. Po zhotovení všech součástí, zakázky postupují na sklad expedice a expedují se do místa určení. Člověk zodpovědný za expedici dostává s výrobky zároveň i „potvrzení zakázky“ od mistra, což mu umožňuje pomocí čarových kódů díly oficiálně přijmout (čtou se čarové kódy a v systému se potvrzuje jejich přijetí).

- Při plánování a zavádění zakázky do výroby se již mají zapláňovat díly do skladů.
- Při přijetí dílu na sklad se vytvoří příjemka (v systému mistrem, případně ředitelem výroby), která se realizuje na skladu (v systému je taky položka, ukazující realizaci příjemky).

<b><u>Dodavatel :</u></b> MZ Liberec, a.s.		<b>Řada dokladu :</b> 510	
U Nisy 362/6		<b>Číslo dokladu :</b> 000263 AG	
460 01 Liberec 3, Czech Republic		Sklad : 009	
IČ : 47306581 DIČ: CZ47306581		Středisko : 070	
Spisová značka: B. 1538 vedená u rejstříkového soudu v Ústí nad Labem		Zakázka : 1202O00048	
		Zodpovědný prac.: Simonianová Věra	
		Způsob dopravy :	
Telefon :488 040 111 Fax :488 040 326		E-mail : <a href="mailto:info@mzliberec.cz">info@mzliberec.cz</a>	
<b><u>Místo určení :</u></b>		<b><u>Odběratel :</u></b> POLY-TECHNIK Sp. z o.o.	
		Wola Karczevska 50	
		05-408 Glinianka	
<b>Datum závoz :</b>		IČ : PL5261005140	
<b>Datum dodání (expedice):</b> 6.4.2012		DIČ : PL5261005140	
<b>Datum dodání (montáže) :</b>			

28

Druhá (dolní část) zahrnuje seznam polotovarů, které jsou součástí výrobku, a jejich počet (obr. 3.4).

1	p72 905500-2L	Zdrojový most ZMP07 - pro dvě lůžka		
κ---z-	905502		12,00	12,00 ks
2	p26 868800.001	Nosič infuzí 900 mm komplet na rameno lomené, 4 + 4 poziční, leštěno		
κ---z-	831400		24,00	24,00 ks
3	p69 072025031.004	Policová tyč pro ZMP s plastovou zátkou-φ20mm, L=NESTANDARD, leštěno		
κ---z-	700507-N		48,00	48,00 ks
		délka 900 mm		
4	p69 721000.001	Tyč závěsná nestandardní délka pro rameno rovné, leštěno	24,00	24,00 ks Liberec-expedic
-----				
		L = 500 mm		
5	p72 083003041.002	Police pro ZMP, bez zásuvky, bez ovládání, 580 x 550 mm, s medilišti	24,00	24,00 ks
κ---z-	400116			
6	p72 090055045	SESTAVA PODHLEDOVÉHO KRYTU 600x600_ZMP07	36,00	36,00 ks
κ---z-	600303-N			
7	p72 701230.001	Pojezd pro ZMP a VK	24,00	24,00 ks Liberec-expedic
κ---z-	701230			
8	p72 775620.004	Držák ramen - 2 ramena (550 mm a lomené), na ZMP, PS, OK	24,00	24,00 ks
κ---z-	775623			

Obr. 3.4. Dolní část EP (seznam polotovarů)

Příklady polotovarů: rampa nástěnná, nástavec úhlový pevný, lampička LED, odsávačka, tyč univerzální, medilišta, nosič infuzí, držák tyče, police otočná, police pevná, atd.

Výrobní příkaz (VP) znázorňuje technologický postup polotovaru a jeho součástí včetně montážních pomůcek. VP zahrnuje také výsledek z elektrických a tlakových zkoušek. Tlaková zkouška probíhá v programu PALSTAR. Výrobní příkaz je tvořen třemi částmi.

První (horní) část VP znázorňuje název polotovaru, termíny zadání a ukončení výroby, číslo výkresu, počet kusů, číslo zakázky a zákazníka.

Průvodka na výrobní příkaz 401-1890	
<b>Zadaná dávka:</b> 24 ks Číslo zakázky: 1207A00805 Termín zadání do výroby: 12.3.2012 Termín ukončení výroby: 10.4.2012 Nadřazená zakázka: 1202O00048 12xZMP 2L, 4xZMP 3L Poly-technik Gdaňsk	<b>Vyráběný dílec:</b> p26 868800.001 Nosič infuzí 900 mm komplet na rameno lomené, 4 + 4 poziční, leštěno číslo výkresu revize: <b>86.88.00 a</b> číslo změny: <b>2738</b> Zajisteno balení: No Místoexpedice: Potvrzene datum expedice: No

Obr. 3.5. Horní část VP

Druhá část představuje seznam součástí tohoto polotovaru a jejich počet.

Reg. číslo	Název	Množství
p26 868803.001	Tyč infuzní 900 mm, leštěná	24 ks
p26 868808.001	Koš pro infuze 4 poziční, leštěný	24 ks
p26 868809.001	Věšák pro infuzní sáčky 4 poziční, leštěno	24 ks
p26 868807	Svěrka stavitelná pro fixaci příslušenství na tyči ø20 mm	24 ks
p26 868806.01	šroub M18x1,5 -ZMP a ZMS 93	48 ks

Obr. 3.6. Druhá část VP (seznam jeho součástí)

Třetí (dolní) část VP zahrnuje časově znázorněný technologický postup výroby.

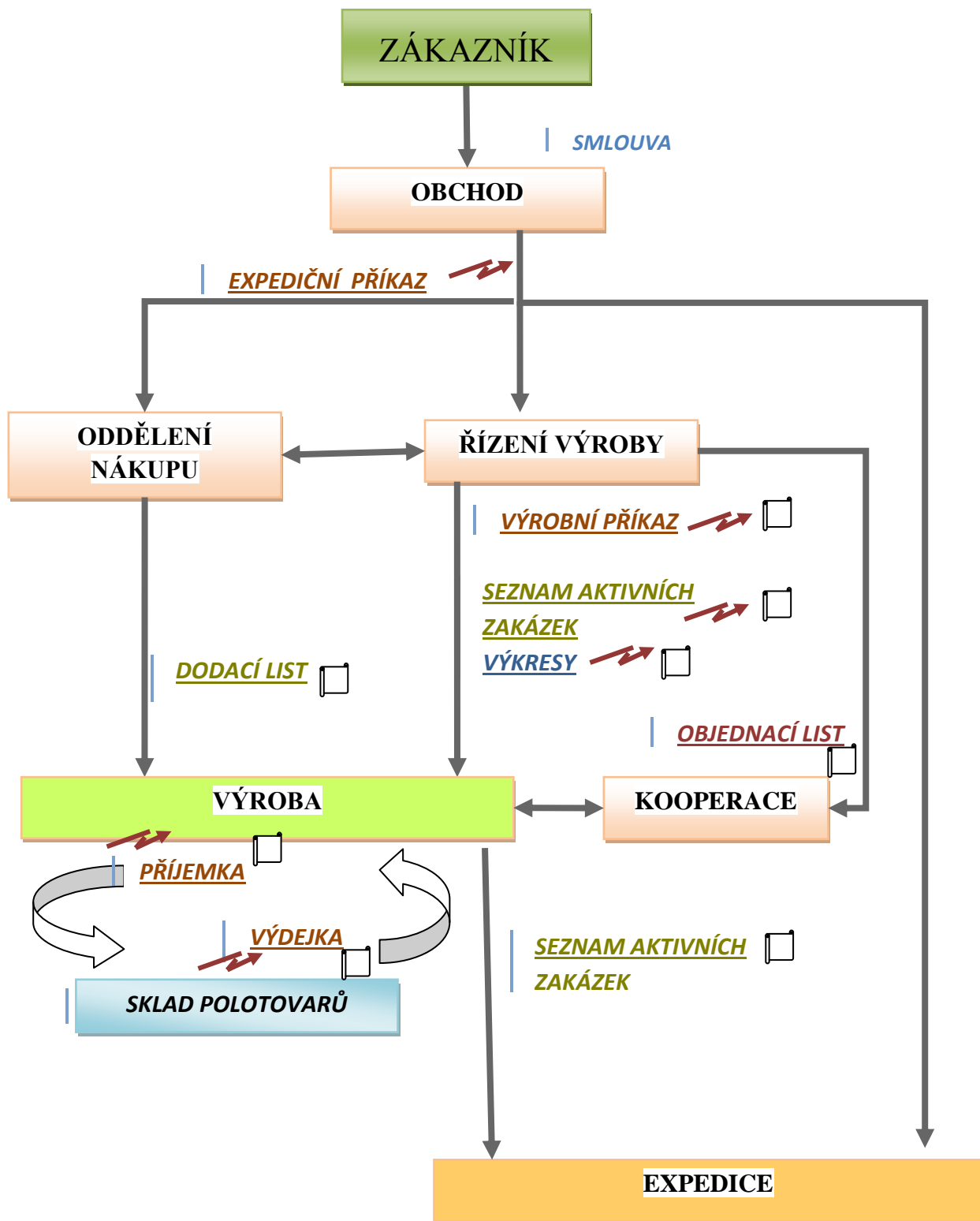
Doklad Typ - Operace	Název	Středisko Pracoviště / Koop	Přípravný čas Jednicový čas	Zhotovil	Odvedeno	Zmetky	Datum Podpis
1 J- 10	MONTÁŽ	30000317 9519 Montáž jednodu	15,00 min. 7,50 min.				
2 R- 20	BALIT	30000317 9913 Balení výrobků	5,00 min. 1,50 min.				



Obr. 3.7. Dolní část VP (technologický postup výroby)

Celkově jsou průvodka na výrobní příkaz, expediční příkaz a další dokumenty pro výrobu ukázány v příloze této diplomové práce.

Seznam aktivních zakázek zahrnuje termíny, čísla zakázek, jména zákazníků, součásti zakázek, apod., jinými slovy téměř všechny znalosti o zakázce.

Veškerý postup výroby od zákazníka do expedice je znázorněn na obrázku 3.8.



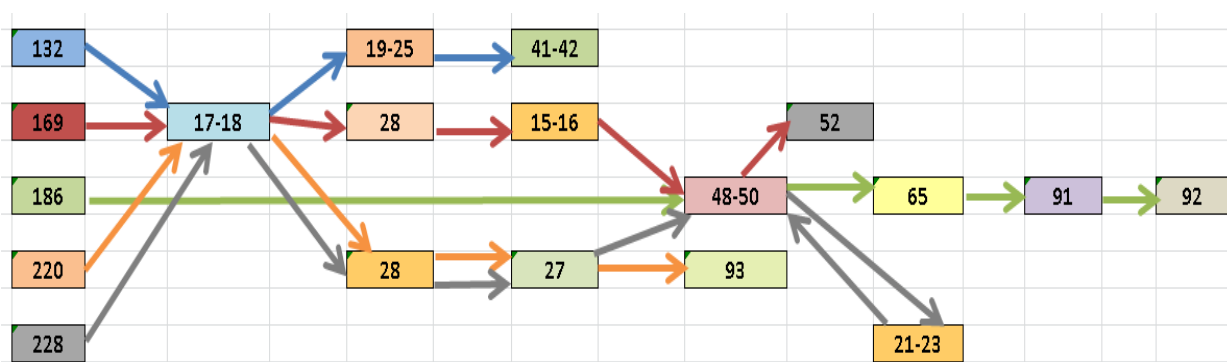
 elektronická informace  
 papírová informace

Obr. 3.8. Postup výrobního procesu s doprovázejícími dokumenty

### 3.3 Výrobní systém podniku

Proces výroby na zakázku je složitější, než linková výroba. Zkoumaná firma má zakázkovou výrobu. Polotovary jsou většinou standardní v různých variacích (požadavek zákazníka). Kvůli tomuto se nedá vytvořit na sklad hotová produkce (rampy, mosty a stativy). Pro jejich výrobu je potřeba vědět výšky stropu v nemocenských pokojích, počet lůžek, kterých se to týká, barvu, počet a rozměry ramen, množství polic a jejich velikost, apod. Na sklad jdou jen malé standardní polotovary, jako jsou: šrouby, rychlospojky, vypínače, lampy, kuželky, držáky, některé druhy polic. Postup výroby ostatních polotovarů se na základě požadavků zákazníka může měnit, mohou se buď přidat nějaké operace anebo se naopak eliminovat. Některé stejné výrobky mohou jít jak na obrobnu, tak i do kooperace a toto vše představuje rozvrhovací problémy, které potřebují rychlé řešení. Nedá se jen tak vytvořit nějaký komplexní konstantní postup pro stejný výrobek, poněvadž se často některá dílčí část mění. Také postup výroby různých výrobků je většinou různý. I když je ten postup u některé produkce podobný, mění se u strojů nástroje a režim výroby (čas výroby, seřizovací čas apod). Kvůli tomuto jsou rozvrhovací problémy této firmy charakterizovány spíše skupinou Job-Shop.

Přemístění výrobku od stroje ke stroji u prvních pěti polotovarů je ukázán na obrázku 3.9.



Obr. 3.9. Postup výroby polotovaru 1, 2, 3, 4, 5

Z obrázku je vidět, že druhý, třetí a čtvrtý polotovar používají při první operaci stroj 61. Bohužel se jejich výroba nedá spojit kvůli možnému rozdílnému nastavení stroje. Ostatní stroje se v procesu neopakují. Stroje se ve firmě dělí podle způsobu použití, a proto jsou rozmístěny po skupinách v různých střediscích (obrobna, montážní středisko, kovodílna). Po rozvrhování stroje v dílně by měly být vytíženy rovnoměrně, bez nadbytečného úsilí a zároveň bez dlouhých prostojů. Výroba by měla být optimální bez čekání a dalšího zbytečného plýtvání.

Jak je vidět rozvrhování v podniku je složité kvůli systému výroby v něm použitým.

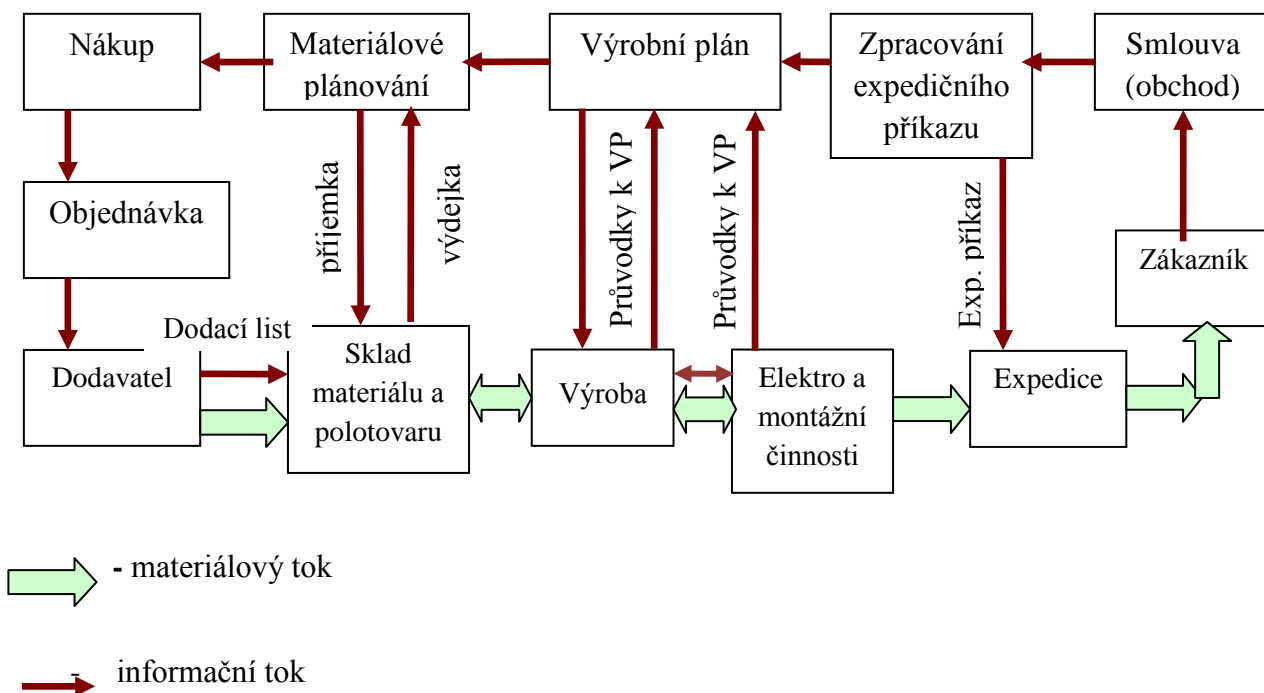
### 3.4 Rozvrhování výroby

Nejčastější operace při výrobě jsou:

- montáž,
- pájení natvrdo
- obrábění (zejména soustružení).

Materiálový a informační tok

Materiálový tok ve firmě začíná ihned u zákazníka ve tvaru ústní nebo písemné domluvy. Informaci od zákazníka zpracuje obchodní oddělení, výsledkem je expediční příkaz (vypracovaný v ERP systému Helios) který dostanou oddělení řízení výroby (pro plánování) a expedice (pro kontrolování všech součástí výrobku před posláním zákazníkovi). Schéma průběhu zakázky výrobou (jak v materiálním, tak i v informačním stavu) je zobrazeno na obr. 3.10.



Obr. 3.10. Materiálový a informační tok

Na obrázku 3.10 vidíme, že požadavky na materiál (polotovaru) zasílá výroba na sklad. Materiál (polotovaru) je buď na skladu již vyrobený tou samou firmou anebo někde jinde nakoupený. Aby nedocházelo k nežádoucímu čekání na materiál, za každou položku (určitý materiál/polotovaru) je zodpovědný pracovník. Pomocí programu Helios Orange pracovník vidí, kdy dochází k minimální hladině (minimálnímu počtu kusu polotovarů na skladu) a zajistí buď výrobu tohoto dílu anebo jeho nákup.



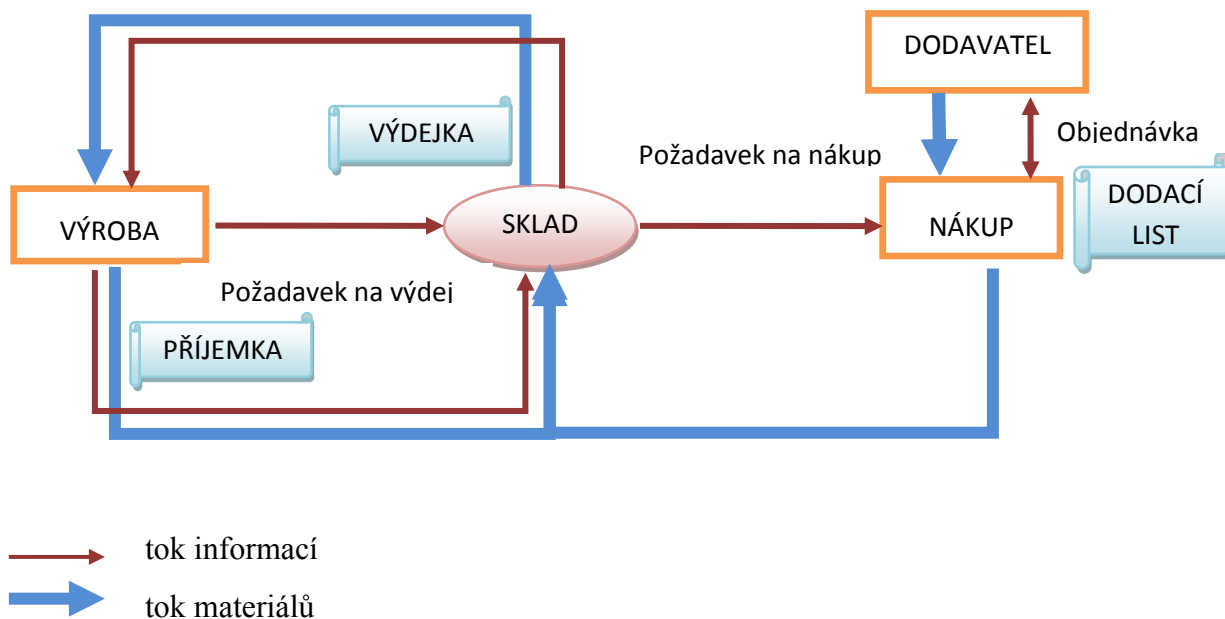
Při výdeji polotovaru ze skladů se vytváří výdejka.

Výdejka je dokument doprovázející materiál (polotovaru) ze skladu do výroby, je tam popsané množství, druh a čas vydání materiálu.

Při přijetí materiálů na sklad se vygeneruje příjemka.

Příjemka je dokument, se kterým materiál (polotovaru) vstupuje do skladu.

Příklady všech dokumentů, týkajících se průběhu zakázky firmou, jsou uvedeny v příloze.



Obr. 3.11. Požadavky na materiál (polotovaru)

### Plánování výroby

Jako ERP systém podnik vlastní systém Helios Orange, pomocí kterého se řídí průběh všech zakázek firmy.

Dokumentační (papírový a elektronický) proces od zaplánování do výroby zakázky je představen na obr. 3.11.

Zakázka A (výroba jednotlivé zakázky z požadavků zákazníka) se generuje obchodem, zakázka C (výroba na sklad) se generuje oddělením řízení výroby.

Samostatné rozvrhování výroby (co, kdy a kdo) provádí mistr na základě těchto dat:

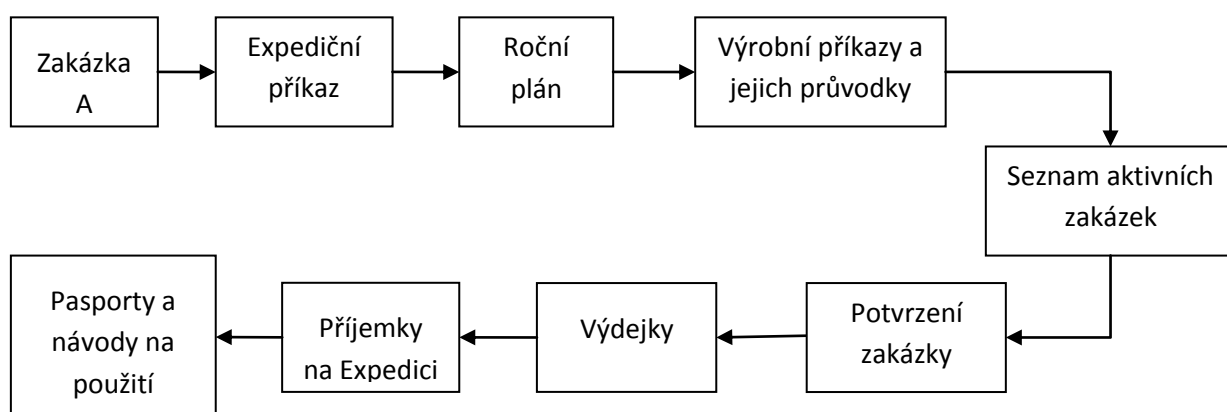
- seznam aktivních zakázek
- expediční příkaz
- průvodka k výrobnímu příkazu
- výkres dílů

- objednáací list
- technologický postup a seznam použitých nástrojů pro tento postup.

Jaká zakázka se bude vyrábět první, mistr rozhoduje na základě seznamu aktivních zakázek, kde je hlavní především termín ukončení. Pakliže se vyskytne několik zakázek s přibližně stejným termínem ukončení, mistr vybere jednu na základě svých zkušeností. Splnění jedné zakázky trvá přibližně 2 týdny. Zakázky se nespojují, ale mohou se vyrábět paralelně.

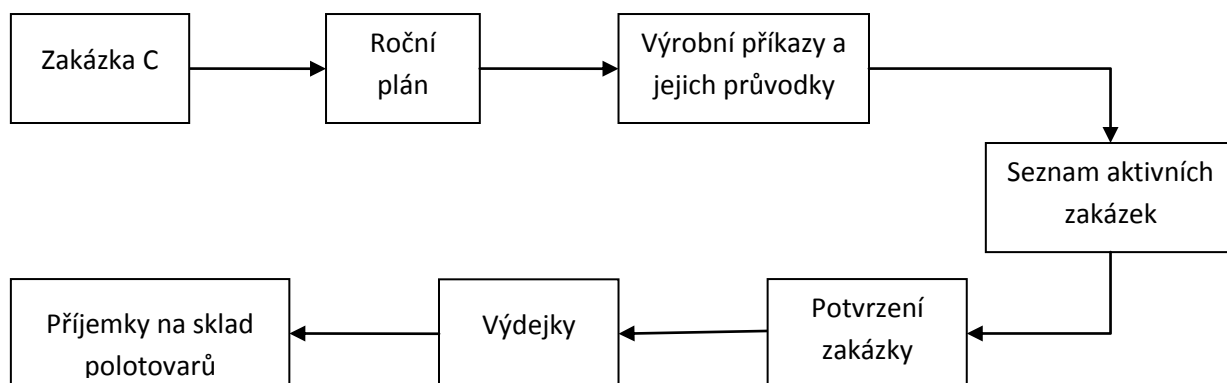
Samostatné plánování se uskutečňuje přibližně každý druhý den, základem jeho výběru jsou potřebné zakázky pro výrobu. Dále se musí naplánovat výroba polotovarů. Za každý díl je zodpovědný pracovník (např. i mistr), který sleduje v Heliosu stav tohoto dílu. Jestli se jeho stav dostane na určitou hodnotu (pro daný výrobek minimální hladinu), musí se zodpovědný pracovník postarat o zaplánování tohoto dílu a jeho výrobu (buď ve firmě anebo v kooperaci). Samostatné plánování výroby těchto polotovarů (jak, kdo, kdy) taky probíhá na základě stavů skladů vzhledem k termínům.

Podrobnější proces průchodu zakázky výrobou je vidět na obrázku 3.12. Mistr dostává z programů sadu nutných dokumentů, o kterých již byla řeč výše, vytiskne a v řídicím systému označí výrobní příkaz za převzatý výrobou. Po objednání materiálů je možný provoz výroby. Mistr haly dostává plán výroby ve tvaru sady výrobních příkazů, které musí splnit. Pro každý díl jsou již určeny operace, stroje a nástroje, na kterých se mají vyrábět. Seznam operací a strojů je popsán v průvodce k výrobnímu příkazu, seznam nástrojů a samotné nástroje má mistr haly v speciální technické místnosti. Mezitím mistr haly rozdává každému dělníku průvodku, výkres a nástroje.



Obr. 3.12a. Dokumentační průběh zakázky výrobou

Schéma dokumentačního procesu dílů, vyrábějících se na sklad, liší se jen začátkem a koncem.



Obr. 3.12b. Dokumentační průběh zakázky výrobou

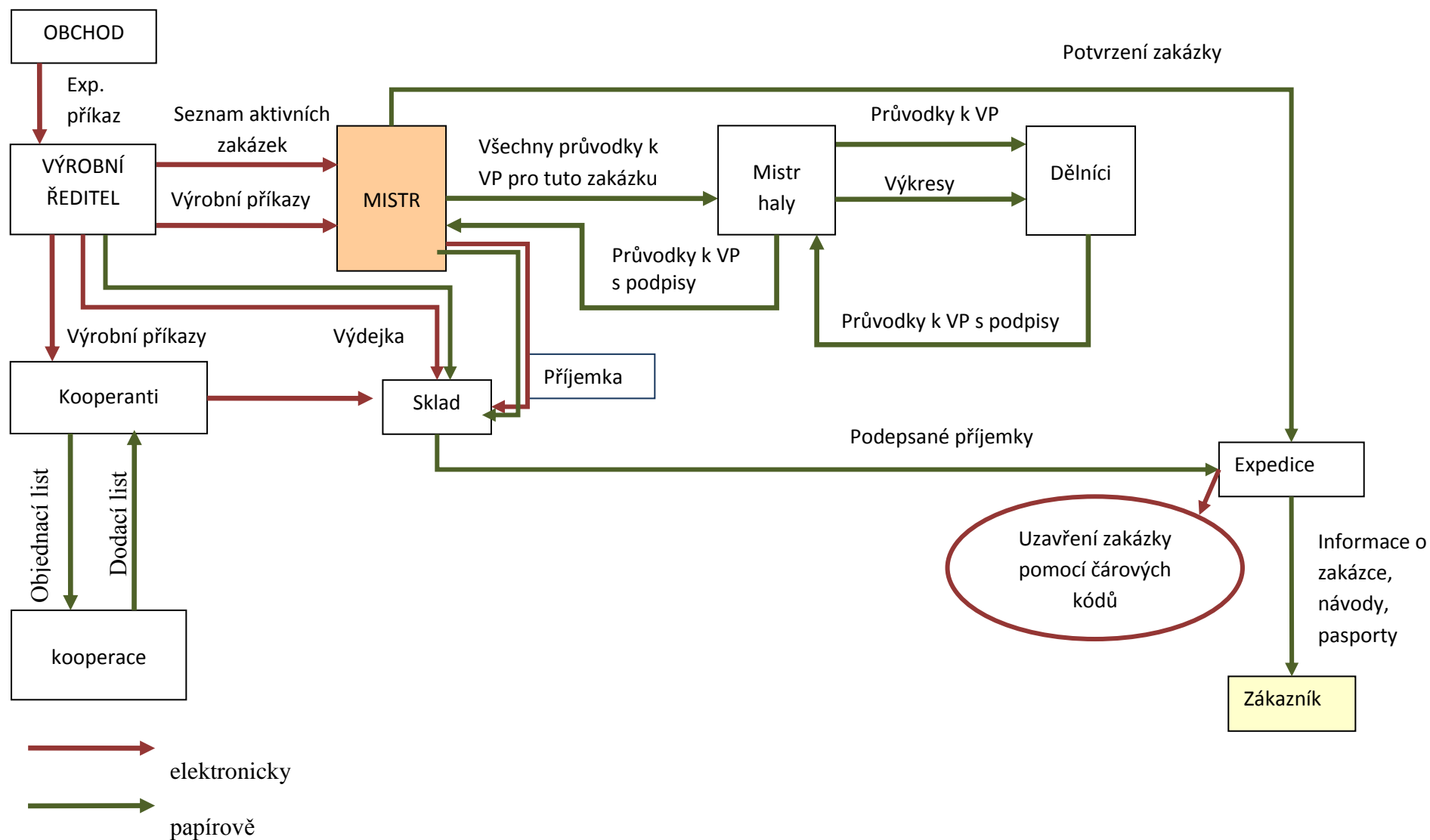
Některé jednotlivé operace se neprovádí v podniku, ale v jiných firmách (dále je budu označovat jako kooperace). Je to buď kvůli nepřítomnosti potřebných strojů (přípravků) anebo kvůli zjednodušení procesu. Například při nutnosti úspory času nutného pro několik operací v obrobě pro dělení plechů, je možné tyto operace nahradit jednou operací v kooperaci, která vlastní speciální zařízení. Dále například chybí ve firmě lakovna a všechny povrchové úpravy se tudíž konají v kooperaci. Do kooperace polotovar doprovází objednávací list, z kooperace do firmy polotovar doprovází dodací list. Činnosti po domluvě s firmami, zadáváním objednávacích listů a přijetím polotovarů zpět se zabývá speciální skupina lidí, takzvaní kooperanti. Doba setrvání dílů v kooperaci může trvat od několika hodin po celý měsíc, ale průměrnou dobou je týden. Kooperační partneři podniku se obvykle nacházejí v jeho okolí.

Po zhotovení zakázky se její jednotlivé díly dostávají na expedici s následujícími dokumenty:

- příjemkou (podepsanou skladem)
- dokumentem „potvrzení zakázek“.

Dokument „potvrzení zakázek“ přichází od mistra a zahrnuje v sobě položky expedičního příkazu (seznam potřebných polotovarů s termíny), navíc tento dokument zahrnuje čárové kódy, pomocí kterých člověk zodpovědný za expedici načítá díly (přijímá). Tímto se uzavírá zakázka.

Zakázku posílají zákazníkovi s pasporty a návody na použití.



Obr. 3.13. Průběh zakázky firmou (informační)

Jak vidíme ze schématu: IS je použitý jen na začátku a na konci průběhu. V tomto podniku je tudíž ještě hodně nadbytečné papírové práce.

Technologické postupy na každý díl jsou vidět i na průvodkách k výrobním příkazům, ale pro větší přehlednost technologické postupy s popsáním nástrojů a výkresy se nachází ve speciální místnosti ve skříni (tak se dá najít z dokumentace libovolný polotovár pomocí jeho speciálního čísla). Buď je to číslo polotovaru anebo číslo výkresu a číslo změny (obr. 3.14).

Průvodka na výrobní příkaz 401-1890			
<b>Zadaná dávka:</b>	24 ks	<b>Vyráběný dílec:</b> p26 868800.001	
Číslo zakázky:	1207A00805	Nosič infuzí 900 mm komplet na rameno lomené, 4 + 4 poziční, leštěno	
Termín zadání do výroby:	12.3.2012	číslo výkresu revize	číslo změny:
Termín ukončení výroby:	10.4.2012	86.88.00 a	2738
Nadřazená zakázka:	1202O00048	Zajištěno balení:	No
12xZMP 2L, 4xZMP 3L		Místoexpedice:	
Poly-technik Gdaňsk		Potvrzene datum expedice:	No

Obr. 3.14. Část průvodky na výrobní příkaz (číslo dílů, číslo výkresu a číslo změny)

Technologický postup výroby, nacházející se na průvodce k výrobnímu příkazu, se dodržuje tímto způsobem: průvodka zahrnuje název operace, pracovní středisko (na jakém pracovišti má probíhat výroba), pracovní čas a čtyři okénka pro popsání počtu zhotovených dílů, odvedených dílů, zmetků, dat a kolonku pro podpis (obr. 3.15). Díky tomu se při odhalení nějaké chyby (zmetku) dá snadno najít pracovník, který je za to zodpovědný. Každý pracovník dostává průvodku, a z ní vidí kolik dílů musí zhotovit, po jejich zhotovení a zaplnění průvodky dále paletu s hotovými díly a s průvodkou odnáší na další pracoviště společně s průvodkou.

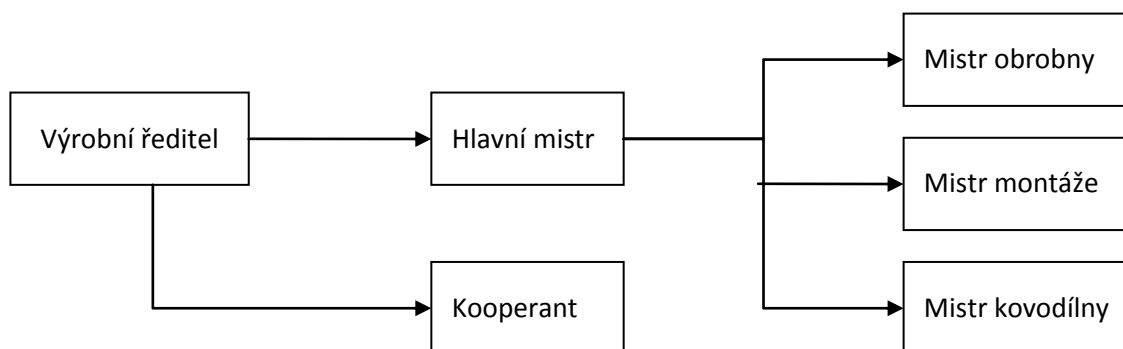
Doklad Typ - Operace	Název	Středisko Pracoviště / Koop	Přípravný čas Jednicový čas	Zhotovil	Odvedeno	Zmetky	Datum Podpis
1 J- 10	SOUSTRUŽIT	30000314 4125 Soustruh SV 18	30,00 min. 12,00 min.				
2 K- 20	KOOPERACE	720505 Leštit BRULESK S.R.O.	0,00 min. 0,00 min.				

Obr. 3.15. Technologický postup (část průvodky na VP)

Pokud je dalším pracovištěm kooperace, dělník odnáší bednu s díly na speciální místo, určené pro kooperace. Průvodku mezitím odnese na speciální stůl, kde jsou všechny průvodky dílů, nacházejících se v kooperaci, a namísto ní vloží do bedny objednávací list, kde jsou popsány počty kusů, druh operací, datum, název a adresa firmy. Tyto díly potom odešle dělník. Návrat produkce zpátky do firmy trvá přibližně 1 týden.

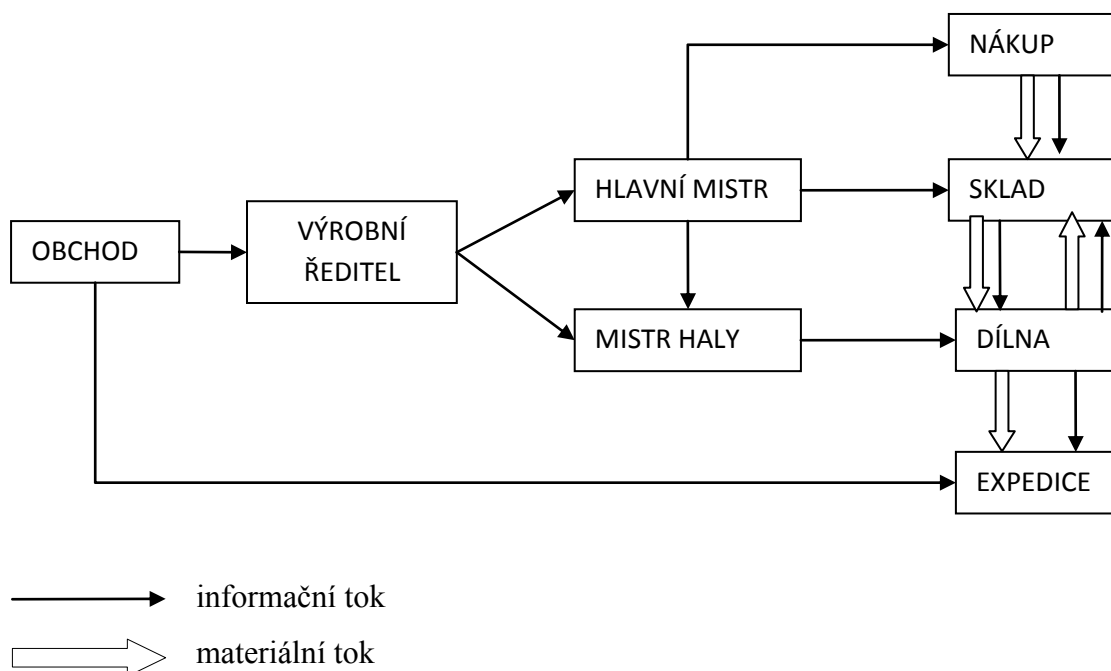
Dokument zahrnuje seznam polotovarů pro jednu zakázku, čárové kódy, počet kusů dílů, datum dokončení, atd.

Organizace výroby je ukázána na obrázku 3.16. Mistr dostává od manažera výroby veškeré poznatky o zakázkách, pak zorganizuje práce pro obráběcí dílnu (obrobnu), kovo dílnu, montážní brigádu, a kooperaci. Mistr má pomocníka (přípraváře výroby), který mu pomáhá v různých činnostech, týkajících se rozvrhování a přípravy výroby.



Obr. 3.16. Organizační řád výroby

Hotovou produkci přijímá expedice. Kromě výrobků přicházejí dokumenty, týkající se těchto výrobků. Mistr dodává veškeré průvodky této zakázky s podpisy dělníků, kteří je zhotovili, a potvrzení zakázky. Obchod poskytuje expediční příkaz zakázky. Jakmile expedice dostane všechny díly zakázky, posílá je zákazníkovi. Procesy do expedice a po expedici jsou představeny na obrázku 3.17.



Obr. 3.17. Postup zakázky do expedice

Jak vidíme, je rozvrhování výroby spíše ruční, což není tak efektivní.

Zápory ručního plánování výroby jsou:

- malá spolehlivost
- menší přesnost
- delší doba
- velká závislost podniku na jednom člověku.

Ruční rozvrhování je obrovská zodpovědnost pro pracovníka, který je za to zodpovědný, což je pro něho velmi stresující. Kvůli malé přesnosti výsledků ručního plánování není možná dobrá optimalizace výrobního procesu. Z toho vyplývá obtížné dodržování termínů a špatné využití zdrojů. Je tedy nezbytné se zaměřit na podporu rozvrhování výroby.

V dnešní době se ve stále větší míře používají počítačové systémy na podporu rozvrhování výroby. V další části bude proto provedena analýza možností využití počítačové podpory ve firmě MZ Liberec.

## 4 ZPŮSOBY ROZVRHOVÁNÍ VÝROBY

### 4.1 *Popis modelu a plánovacího softwaru*

V této kapitole je na konkrétním příkladu diskutována možnost počítačové podpory rozvrhování výroby. Ukázka využití bude zpracována v plánovacím softwaru katedry Výrobních systémů.

Tento plánovací software byl vytvořen v aplikaci Microsoft Visual Basic 2005 a 2010 Express Edition jako zkušební nástroj pro názornou ukázkou schopnosti pokročilých metod rozvrhování výroby.

Model se skládá ze třech částí vytvořených v Excelu. Excel byl použit kvůli jeho rozšířenosti mezi uživateli všech kategorií.

První část modelu tvoří data z průvodek k výrobním příkazům. Jsou to: počet kusů, optimální dávka, termín zahájení do výroby, termín odvedení a technologické postupy každého polotovaru (použité stroje, kusový čas, dávkový čas, typ přeseřízení).

V první části modelu jsou stroje popsány jen číselně, jejich rozšířování je v druhém dílu. Každému číslu (0 až 101) v sloupci „stroje“ v první části odpovídá určitý stroj.

V druhém dílu jsou popsány počet směn, délka směny, délka přestávky, směnný systém, začátek směny, kód stroje, název stroje a jeho středisko. Je to tak uděláno pro přehlednost technologického postupu v první části modelu, tj. část s popsáním strojů je pomůcka pro první hlavní část.

V tabulce „stroje“ jsou nejen vlastní podnikové stroje, ale i stroje v kooperaci.

Třetí část modulu je matice, která znázorňuje čas transportování. Každá položka matice je doba přesunu mezi jednotlivými operacemi.

Příklad tohoto modelu je ukázán na obrázku 4.1.



Zakázka	Počet k	Optimá	Minimá	Termín odvedení	Termín nabeží	Stroj	Kus. č.	Dáv. č.	Typ př.	Stroj	Kus. č.	Dáv. č.	Typ přes
0	1	1	1	31.1.2012	1.2.2012	0	3	10	1	1	0.5	15	1
1	500	500	2	30.1.2012	1.2.2012	17/18	0.08/0.08	10/10	1/1	28	0.6	120	1
2	2	2	2	31.1.2012	1.2.2012	0	3	10	1	1	0.5	15	1
3	1000	1000	4	18.11.2011	30.11.2011	17/18	0.07/0.07	10/10	1/1	28	0.24	120	1
4	3	3	3	26.10.2011	7.2.2012	1	0.5	15	1	2	1.10	10	1
5	200	200	3	28.3.2012	11.4.2012	17/18	0.3/0.3	10/10	1/1	0.21/22/23/28	3/8	3/30/30/30/1/1/1/1/1/1	
6	1	1											
7	70	70	0										
8	100	100	1										
9	600	600	2										
10	1000	1000	2										
11	2	2	4										
12	3	3	4										
13	354	354	5										
14	524	524	6										
15	1417	1417	7										
16	223	223	8										
17	3800	3800	9										
18	1	1	10										
19	150	150	11										
20	207	207	12										
21	600	600	13										
22	3	3	14										
23	44	44	15										
24	1	1	16										
26	3	3	17										
28	1	1	18										

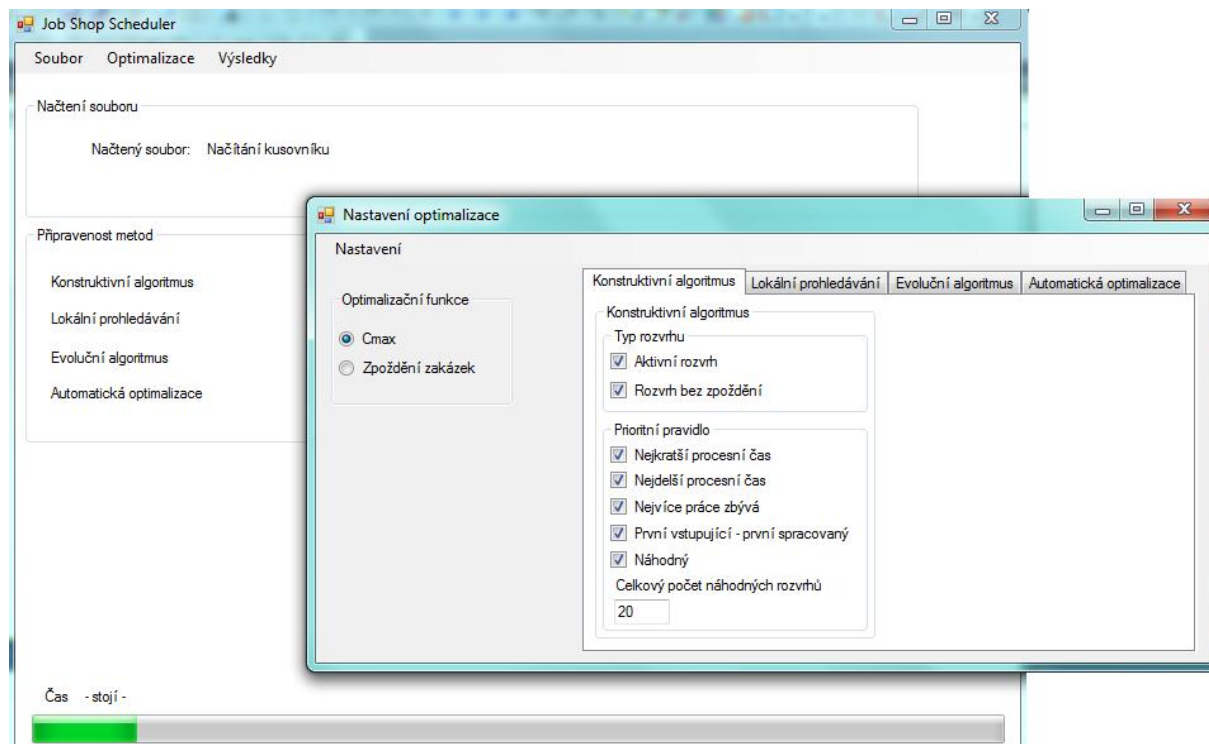
počet směn	Delka směn	délka přestávky	směnný systém	začátek směny	stroje	
2	480	30	3	6.00	6212	Odměření - ultrazvuk
2	480	30	3	6.00	6881	Popisovací Propan P3000
2	480	30	3	6.00	9519	Montáž jednoduchá
2	480	30	3	6.00	9876	Práce při funk. zkouškách
2	480	30	3	6.00	9913	Balení
2	480	30	3	6.00	9281	Svářecí souprava - Autogen
2	480	30	3	6.00	9281	Svářecí souprava - Autogen
2	480	30	3	6.00	5972	Nužky strojní tabulové NG3
2	480	30	3	6.00	3113	Lis výstředníkový LEMP 40A
2	480	30	3	6.00	9421	Zámečnické práce ruční
2	480	30	3	6.00	9531	Montáž konečná výř. jednotek
2	480	30	3	6.00	3331	Lis hydraul. ruční CTC 5
2	480	30	3	6.00	5967	Pila pásová PILOUS
2	480	30	3	6.00	8415	Nužky na profil. mater. NPM 10
2	480	30	3	6.00	4613	Vrtacka stojanová G 10 8
2	480	30	3	6.00	4418	Soustruh revolverový
2	480	30	3	6.00	4418	Soustruh revolverový
2	480	30	3	6.00	5961	Pila rámová PR 20
2	480	30	3	6.00	5961	Pila rámová PR 20

0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	120	0	120	120	120	15	15	120	120	120	120	120	120	120	120	15
1	120	120	0	120	120	15	15	120	120	120	120	120	120	120	120	15
2	120	120	120	0	120	120	15	15	120	120	120	120	120	120	120	15
3	120	120	120	120	0	120	15	15	120	120	120	120	120	120	120	15
4	120	120	120	120	120	0	15	15	120	120	120	120	120	120	120	15
5	15	15	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	15	15	15	15
6	15	15	15	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	15	15	15
7	120	120	120	120	120	120	15	15	120	120	120	120	120	120	120	15
8	120	120	120	120	120	120	15	15	120	120	120	120	120	120	120	15
9	120	120	120	120	120	120	15	15	120	120	120	120	120	120	120	15
10	120	120	120	120	120	120	15	15	120	120	120	120	120	120	120	15

Obr. 4.1. Model pro plánovací pokus

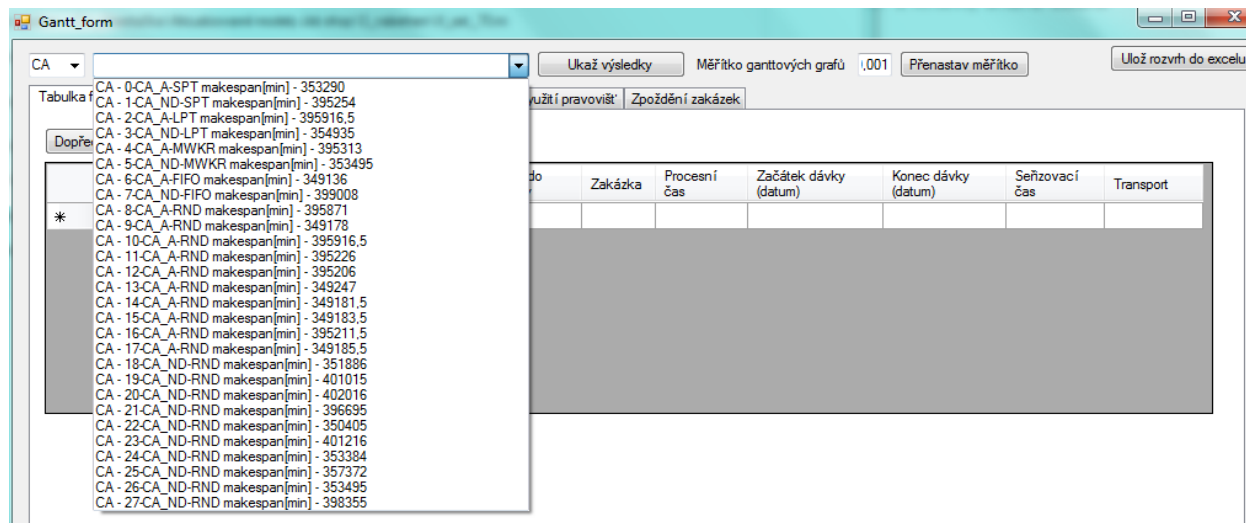
Jakmile byl model vyhotoven, byla veškerá data vložena do plánovacího SW. SW je nastaven v souladu s cíli modelu a parametry aproximačních metod. Aproximační metody jsou evoluční a genetické algoritmy, konstruktivní algoritmus, lokální prohledávání, automatická optimalizace (popsané v kapitole 2.3). Přehled načítání modelu softwarem a jeho nastavení můžeme vidět na obrázku 4.2. Bylo provedeno několik pokusů pro získání nejlepších výsledků, každé načítání a zpracování dat trvá cca 5-20 minut. Obrázky 4.2 – 4.6. byly převzaty ze zdroje [29]



Obr. 4.2. Příklad načítání a nastavení modelu

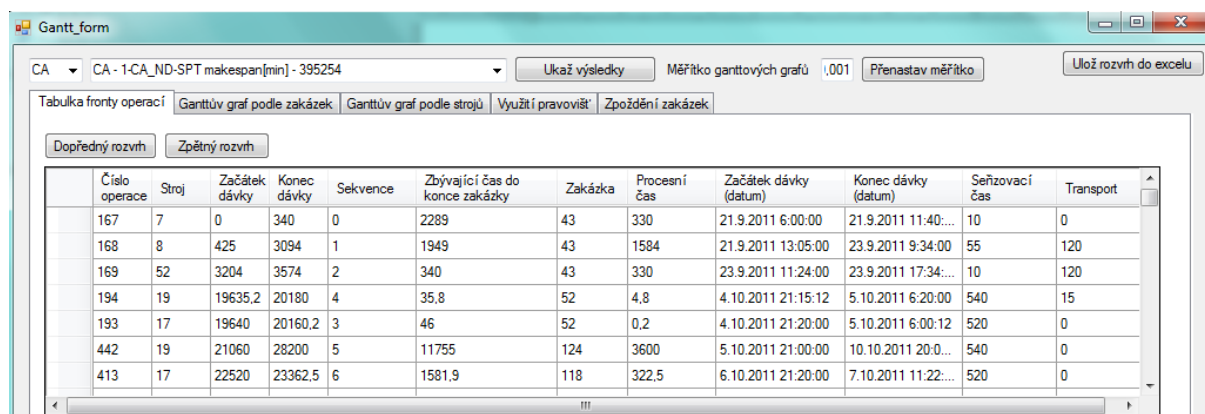
Výstupem z rozpracování tohoto modelu jsou data, pomocí kterých se uskuteční rozvrhování na dílně.

Základním kritériem v řešení rozvrhovacích úloh je kritérium „makespan“. Toto kritérium vypočítává maximální čas zhotovení výrobků. Pomocí tohoto kritéria je možná optimalizace vytížení kapacit podniku a zvětšení výkonnosti. Výsledek kritéria „makespan“ v konstruktivním algoritmu a s použitím prioritních pravidel (FIFO, SPT, LPT, MWKR, RS) je znázorněn na obrázku 4.3.



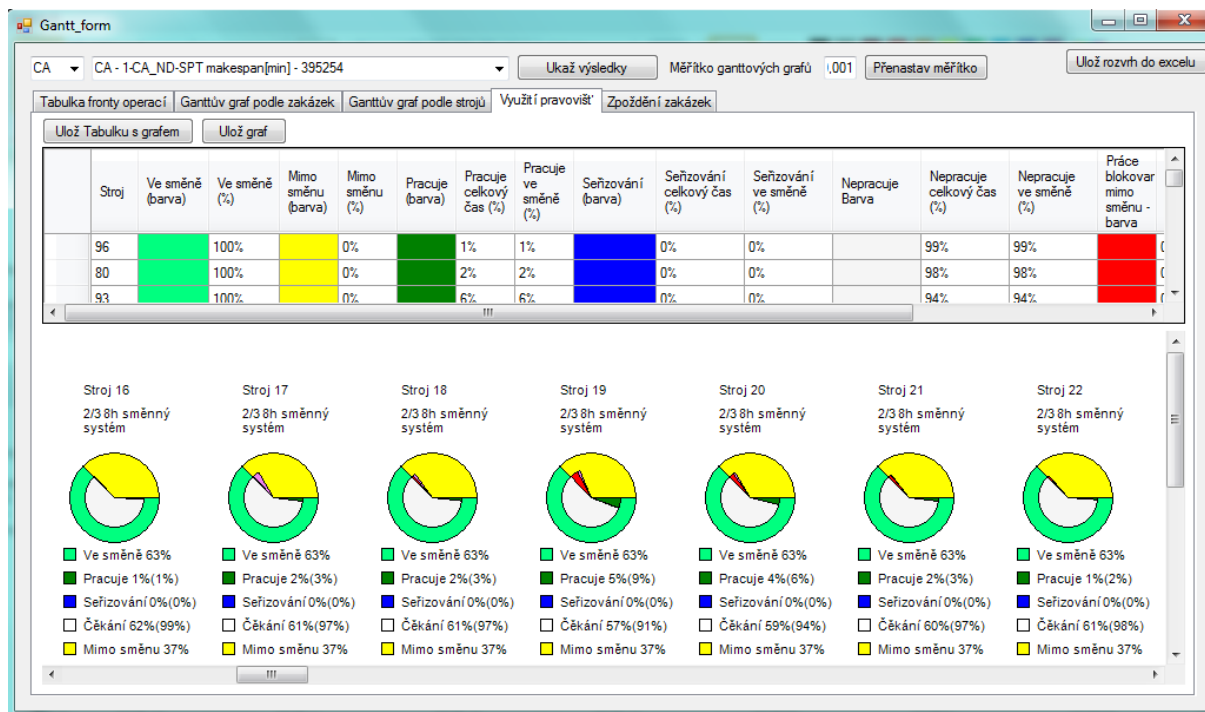
Obr. 4.3. Přehled výsledků konstruktivního algoritmu

Dalšími výsledky praktické části jsou dopředné a zpětné rozvrhy. Cílem dopředného rozvrhu je nalezení času, potřebného pro zhotovení zakázky, účelem zpětného je výpočet termínu zahájení do výroby. Přehled těchto rozvrhů je na obrázku 4.4.



Obr. 4.4. Přehled části rozvrhu

Výstup, znázorňující vytížení strojů, pomáhá nalézt buď pracoviště, nestíhající s naplánovaným objemem výroby (takzvané úzké místo), anebo málo vytížené pracoviště. Po ustanovení kritických pracovišť (úzkých míst) je možné definování nutných činností k jejich zlepšování.



Obr. 4.5. Využití pracovišť

Pozorování zákaznických termínů umožňuje kontrolu plnění termínů zakázek. Proto jedním z nejdůležitějších výstupů je kritérium zpoždění zakázek (obrázek 4.2.6).

	Číslo zakázky	Termín odvedení zákazník	Termín reálného odvedení	Zpoždění D:H:M:S
	14	1.2.2012 6:00:00	6.2.2012 11:29:57	05.05.29.57
	15	1.2.2012 6:00:00	9.2.2012 3:04:00	07.21.04.00
	16	1.2.2012 6:00:00	6.2.2012 4:45:57	04.22.45.57
	17	1.2.2012 6:00:00	5.2.2012 4:49:48	03.22.49.48

Obr. 4.6. Zpoždění zakázek

Po zpracování modelu a nalezení potřených dat je možné provést analýzu pomocí optimalizačních plánovacích metod.

## 4.2 Analýza výsledků

Zpracování dat Konstruktivním algoritmem trvalo 2,15 minut, v Genetickém algoritmu byly nastavené časy 4 a 8 minut.

První řešení byly získány pomocí kritéria „tardiness“ (zpoždění zakázek).

Počet zpracovaných rozvrhů v Konstruktivním algoritmu je velký kvůli použití pěti prioritních pravidel, ze kterých jsou aktivní rozvrhy a rozvrhy bez zpoždění (tabulka 4.1). Byly vybrány dvě nejlepší řešení, jsou to výsledky z prioritních pravidel FIFO a RND. Genetickým algoritmem byla získána dvě řešení, jedno je z čtyřminutového nastavení, druhé z osmiminutového.

Tabulka 4.1. Výsledky kritéria „tardiness“ (zpoždění zakázek)

Algoritmus	Druh rozvrhu	Prioritní pravidlo	Čas, min
KA	Aktivní	SPT	768993
KA	Bez zpoždění	SPT	1716211
KA	Aktivní	LPT	783866
KA	Bez zpoždění	LPT	3063292
KA	Aktivní	MWKR	785153
KA	Bez zpoždění	MWKR	3026339
KA	Aktivní	FIFO	744503
KA	Bez zpoždění	FIFO	2180751
KA	Aktivní	RND	787229
KA	Aktivní	RND	739070
KA	Aktivní	RND	780466
KA	Aktivní	RND	714466
KA	Aktivní	RND	778896
KA	Bez zpoždění	RND	2374847
KA	Bez zpoždění	RND	3303200
KA	Bez zpoždění	RND	1785617
KA	Bez zpoždění	RND	2991268
KA	Bez zpoždění	RND	2333882
GA (4 min)	Aktivní		705124
GA (8 min)	Aktivní		706698

KA – Konstruktivní algoritmus

GA - Genetický algoritmus

Další řešení byla získána pomocí kritéria „makespan“ (maximální čas zhotovení všech zakázek). Jako v prvním případě Konstruktivní algoritmus má velké množství řešení, ze kterých byla vybrána dvě nejlepší. Genetickým algoritmem byla získána dvě řešení, jedno je z čtyřminutového nastavení, druhé z osmiminutového. Lepším řešením je řešení Genetického

algoritmu nastaveného na osm minut. Čím větší je nastavený čas v Genetickém algoritmu, tím lepších výsledků je možno dosáhnout. Výsledky je možno vidět v tabulce 4.2.

*Tabulka 4.2. Výsledky kritéria „makespan“ (maximální čas zhotovení všech zakázek)*

Algoritmus	Druh rozvrhu	Prioritní pravidlo	Čas, min
KA	Aktivní	SPT	353290
KA	Bez zpoždění	SPT	395254
KA	Aktivní	LPT	395916,5
KA	Bez zpoždění	LPT	354935
KA	Aktivní	MWKR	395313
KA	Bez zpoždění	MWKR	353495
KA	Aktivní	FIFO	349181
KA	Bez zpoždění	FIFO	396526
KA	Aktivní	RND	349765
KA	Aktivní	RND	349136
KA	Aktivní	RND	395858,5
KA	Aktivní	RND	349188
KA	Aktivní	RND	395259,8
KA	Bez zpoždění	RND	354535
KA	Bez zpoždění	RND	406375
KA	Bez zpoždění	RND	355975
KA	Bez zpoždění	RND	396809
KA	Bez zpoždění	RND	407815
GA (4 min)	Aktivní	-	349099
GA (8 min)	Aktivní	-	348969

Další získaná data jsou: dopředný rozvrh, zpětný rozvrh, využití pracovišť a splnění zákaznického termínu.

Dopředný a zpětný rozvrhy zahrnují v sobě tato data:

- operace a její návaznost
- stroje
- začátek výroby a její konec
- posloupnost
- číslo zakázky
- procesní čas
- termín zahájení do výroby a termín ukončení
- seřizovací a transportní časy.

Dopředný rozvrh vypočítává procesní časy a zpětný rozvrh je zpracuje a odhalí nejlepší termíny uvedení do výroby. Dopředný a zpětný rozvrhy jsou uvedeny v přílohách 5 a 6.

Důležitými kritérii analýzy rozvrhovacích výsledků jsou kritéria využití strojů a splnění termínu zakázek.

#### **4.2.1 Využití strojů**

Kritérium využití strojů je představeno ve tvaru tabulky v příloze 7. Tento výsledek je podobný výsledkům řešení ostatními metodami.

Maximální zatíženost strojů je 56% u stroje 28, střední zatíženost strojů je 2%. Prostoje strojů jsou poměrně velké - 63%. Příčinou je ale charakter výroby, zakázková výroba je celkem komplikovaná tím, že závisí na požadavcích zákazníků. Stroje mohou mít dlouhou dobu prostoje a na druhou stranu mohou být v jeden okamžik potřebovány velkým množstvím zakázek. Není tedy možné předpovědět jaké stoje budou v jeden či druhý okamžik více vytížené.

Blokace strojů je maximální 56 % ve směně (35 % celkově) a týká se to stroje 28. Příčinou je potřeba tohoto stroje několika zakázkami ve stejný okamžik.

Tudíž výsledky z kritéria využití strojů nejsou moc dobré kvůli malé vytíženosti a výskytu blokace. Příčinou může být to, že za plánovací horizont byla vzata  $\frac{1}{4}$  roku, což je příliš velký úsek pro rozvrhování.

Kvůli komplikovanosti charakteru výroby podniku je nutné zavádění rozvrhovacího softwaru, který pomůže v procesu rozvrhování v nestabilních podmínkách zakázkové výroby.

#### **4.2.2 Splnění zákaznického termínu pomocí kritéria zpoždění**

- Konstruktivní algoritmus

Z výsledků Konstruktivního algoritmu vidíme, že z 229 zakázek nestíhá termín 36 zakázek, 26 z nich má zpoždění do 10 dní, 9 od 11 do 18 dní. Jedna zakázka má zpoždění až 110 dní (viz. Příloha 8).

- Genetický algoritmus (4 minuty)

Z 229 zakázek nestíhá termín 38 zakázek, 25 z nich má zpoždění do 10 dní, 12 od 11 do 19 dní. Jeden díl má zpoždění až 110 dní (viz. Příloha 10).

- Genetický algoritmus (8 minut)

Z 229 zakázek nestíhá termín 37 zakázek, 25 z nich má zpoždění do 10 dní, 11 od 11 do 17 dní. Jeden díl má zpoždění až 110 dní (viz. Příloha 11).

### 4.2.3 Splnění zákaznického termínu pomocí kritéria „makespan“

Kritérium „makespan“ znamená maximální dobu zhotovení všech zakázek.

- Z výsledků Konstruktivního algoritmu vidíme:

že z 229 zakázek nestíhá termín 39 zakázek, 27 z nich má zpoždění do 10 dní, 11 od 11 do 19 dní. Jedna zakázka má zpoždění až 110 dní (viz. Příloha 9).

Tak velké zpoždění může být následkem nesprávně nastavených termínů. Pro kontrolu termínu zhotovení zakázky vypočteme ručně časy splnění každé této zakázky samostatně za podmínky, že žádná jiná zakázka neexistuje ve výrobě (existuje pouze jedna zkoumaná). K tomu potřebujeme vědět počet strojů, jejich seřizovací a dávkové časy.

Pracnost vypočteme podle vzorku:

$$Pr = Q \cdot (T_{AC} \cdot \alpha + T_{AC}),$$

Kde: Pr – pracnost, min

Q – množství kusů v zakázce, ks

$T_{AC}$  – jednotkový čas, min.

Výsledky výpočtů jsou představeny v tabulce 4.3.

Tabulka 4.3. Ruční výpočet pracností nestíhajících zakázek

zakázka	počet kusů	požadovaný termín zhotovení, dny	pracnost	rozdl pracnosti od požadovaného termínu
179	300	9	6	-3
124	6500	9	7	-2
199	1250	9	8	-1
137	1350	9	9	0
219	350	9	9	0
221	960	9	9	0
222	500	16	16	0
177	530	9	10	1
186	101	5	6	1
138	1900	9	11	2
64	200	9	12	3
8	1417	3	7	4
50	510	3	8	5
108	10	1	6	5
216	10	1	6	5
183	400	3	9	6
225	200	9	15	6

*Tabulka 4.3. Ruční výpočet pracností nestihajících zakázek (pokračování)*

<b>zakázka</b>	<b>počet kusů</b>	<b>požadovaný termín zhotovení, dny</b>	<b>pracnost</b>	<b>rozdíl pracnosti od požadovaného termínu</b>
9	50	9	20	10
15	300	9	18	9
27	12	9	19	10
42	200	3	14	11
28	100	9	21	12
86	223	3	18	15
90	1	2	17	15
91	4	1	17	16
102	230	3	19	16
155	15	9	28	19
182	50	3	22	19
70	250	9	31	22
73	354	2	26	24
154	20	4	28	24
173	1000	9	33	24
175	100	9	34	25
148	200	9	35	26
169	1400	9	35	26
55	524	3	30	27
170	200	9	50	41
172	1000	3	86	83
99	2000	13	120	107

Z výsledků výpočtů pracností je vidět, že většina zakázek nestihla kvůli špatně nastaveným termínům. Protože ve 22 případech z 39 zakázka nemohla být splněna v očekávaném termínu, i kdyby byla sama ve výrobě. Ve třech případech by byla zakázka splněna dřív, ale to jsou pouze malé odlišnosti (jen 3 dny), jestli vezmeme v úvahu, že ve výrobě je ještě 226 zakázek.

Termíny konečných výrobků, jdoucích hned na expedici, se snaží výroba dodržovat, i kdyby to bylo velmi problematické (například v případě požadavku na větší zdroje, než je reálná kapacita zdrojů), takzvanou metodou tahu. Plán výroby zahrnuje i díly, které se odvádějí na sklady. Termíny dokončení těchto výrobků se mohou posouvat, v případě jejich nepřítomnosti v důležitou chvíli (při spěchu jakékoliv zakázky) se dají některé díly dokoupit - nevznikne tak příliš velká škoda.

Příliš rychlé ukončení zakázek také není moc dobrým výsledkem, protože buď ukazuje na nízké využití kapacit firmy anebo na nevhodně nastavené termíny. Seznam brzy dokončených zakázek je umístěn v příloze 14. Je zde 29 zakázek dokončených o 20 dní dříve. Příčinou je také přibližné nastavení termínů.



- Genetický algoritmus (4 minuty)

Z 229 zakázek nestíhá termín 38 zakázek, 25 z nich má zpoždění do 10 dní, 12 od 11 do 19 dní. Jeden díl má zpoždění až 110 dní (viz. Příloha 12).

- Genetický algoritmus (8 minut)

Z 229 zakázek nestíhá termín 36 zakázek, 25 z nich má zpoždění do 10 dní, 11 od 11 do 17 dní. Jeden díl má zpoždění až 110 dní (viz. Příloha 13).

### 4.3 Porovnání výsledků splnění zákaznického termínu

Porovnané výsledky splnění zákaznických termínů jsou uvedeny v tabulce 4.4.

Tabulka 4.4. Porovnání výsledků

Kritéria	Konstruktivní algoritmus		Genetický algoritmus			
	zpoždění, dny	„makespan“ dní	zpoždění, dny		„makespan“, dny	
			4 min	8 min	4 min	8 min
Zpoždění 4 – 10 dní	26	27	25	24	25	25
Zpoždění 11-19 dní	9	11	12	10	12	10
Zpoždění 110 dní	1	1	1	1	1	1
<b>Dohromady:</b>	<b>36</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>35</b>	<b>38</b>	<b>36</b>
Druhé maximální zpoždění	18	19	19	17	19	17

Nejlepšími výsledky (z tabulky 4.4) disponuje Genetický algoritmus (8-minutové nastavení vytvořené pomocí kritéria zpoždění). V tomto případě je nejméně nestíhajících zakázek. Druhé maximální zpoždění je 17 dní, tohoto výsledku dosáhl pouze Genetický algoritmus (v 8-minutovém nastavení s kritériem zpoždění a „makespan“). Bylo zkoumané i druhé maximální zpoždění kvůli tomu, že první maximální zpoždění je u všech stejné a činí 110 dní (zakázka 99).

Druhé místo v dosazení dobrých výsledků zabírá Genetický algoritmus (8-minutové nastavení s použitím kritéria „makespan“) (druhé zpoždění je nejmenší, počet zpoždění je větší o jednu nestíhající zakázku).

Třetí místo patří řešení Konstruktivního algoritmu pomocí kritéria zpoždění. Počet nestíhajících zakázek je stejný jak u Genetického algoritmu (8-minutového s kritériem „makespan“) a druhým maximálním zpožděním je 18 dní.

Překvapivé je, že řešení Konstruktivního algoritmu pomocí kritéria zpoždění je lepší, než řešení 4-minutového Genetického algoritmu. Z důvodu, že jeho získávání trvalo jen 2,15 minut, což je

skoro dvakrát (resp. čtyřikrát) kratší než propočítání Genetického algoritmu, je možné tuto metodu doporučovat firmě. Je to rychlá a snadná metoda a má celkem dobré výsledky.

#### 4.4 Analýza použitých algoritmů

V této práci byly použity Konstruktivní a Genetické algoritmy. Nalezení výsledků pomocí Konstruktivního algoritmu trvalo 2,15 minut, v Genetickém algoritmu se čas nastavuje (v tomto příkladu byly nastaven na 4 minuty a 8 minut). Zkoumaný model nebyl velký (protože byl vytvořen jen pro přehlednost použití rozvrhovacích metod), v praxi by ten časový rozdíl mohl být mnohem větší. Takže Genetický algoritmus je časově náročnější. Ale zvýšením času nastavení Genetického algoritmu se zvyšuje přesnost výsledku, a tím se více blíží řešení k optimu.

Konstruktivní algoritmus je rychlý, ale nemá přesné výsledky.

Genetický algoritmus má výsledky, maximálně přiblížené k optimálním. Protože pracuje s množinou řešení, která postupně generuje nová řešení. Zároveň se odhalují a eliminují nejhorší rozvrhovací řešení. Rozvrhovací výsledky, nalezené touto metodou jsou nejlepší pro výrobu, což by pomohlo dosáhnout požadovaných výrobních cílů. Na druhou stranu pro dosažení těchto dobrých výsledků je proveden celkem komplikovaný proces, založený na základě Darwinovy teorie o přirozeném výběru. Pro rozvrhování v dílně je tato metoda dost náročná. Pracovník, zabývající se plánováním a rozvrhováním výroby musí nejdříve pochopit tento algoritmus, naučit se s ním pracovat a mít na to dostatek času před začátkem samostatné výroby.

Konstruktivní algoritmus je na pochopení mnohem jednodušší. Postupy nalezení řešení touto metodou nejsou tak komplikované.

Krátké charakteristiky algoritmů jsou představeny v tabulce 4.5.

*Tabulka 4.5. Charakteristiky algoritmů*

Příznak	Konstruktivní	Genetický algoritmus
Čas procesu	krátký	časově náročný
Kvalita výsledků (hodnot účelové funkce)	ne až tak kvalitní hodnoty	hodnoty se nejvíce blíží optimu
Složitost algoritmu	snadný	komplikovaný

Podstatou kritéria „tardiness“ je snaha o dodržování zákaznických termínů pomocí nálezu součtů zpoždění všech zakázek.

Podstatou kritéria „makespan“ je snaha co nejdříve odvést zakázky pomocí nálezu maximálního času zhotovení všech zakázek.

## **4.4 Shrnutí**

Jak je vidět z této diplomové práce, ruční rozvrhování je přibližné, není možno tímto způsobem prohlédnout veškeré problémy výroby, což neumožní jejich eliminování. Dále se tyto problémy jen hromadí a již je nemůže vyřešit jeden člověk. Je potřeba více lidí na rozvrhování, více zdrojů (lidských a strojových). Není možné při neustálém růstu různých jednotlivých zakázek plánovat efektivně výrobu bez počítačové podpory. Člověk sám nemůže udržet tolik informací a následně je zpracovat.

Zkoumaná firma prochází v současné době navýšením zakázek, roste tempo výroby, a je těžší kvůli tomu nastavit správné rozvrhy.

Rozumné řešení těchto problémů by bylo použití doplňkového plánovacího softwaru k existujícímu ERP systému. To by mnohem zjednodušilo rozvrhovací proces a eliminovalo stres lidí, zabývajících se plánováním ve firmě.

Plánovací softwary ve svém základě mají různé metody pro řešení rozvrhovacích metod. V této diplomové práci byly prozkoumány Genetické a Konstruktivní algoritmy s použitím kritéria zpoždění a největší čas výroby všech zakázek

Nejlepších výsledků bylo dosaženo Genetickým algoritmem (nastaveným na 8 minut) pomocí kritéria zpoždění. U něho je nejmenší počet nestíhajících zakázek (35 zakázek) a druhé maximální zpoždění (17 dní) je také nejmenší. Řešení Konstruktivním algoritmem také pomocí kritéria zpoždění je téměř stejné řešení Genetickým algoritmem z „makespanu“ (oba dva mají stejný počet nestíhajících zakázek, druhé největší zpoždění u KA je 18 dní, u GA 17). Proto se tato metoda jeví jako nejlepší k použití v podniku. Je jednoduchá, rychlá, má dobré výsledky.

## 5 ZÁVĚR

V této diplomové práci byly popsány základy plánování a řízení výroby pomocí řídicích systémů a druhů plánování. Byla také provedena analýza stávající koncepce plánování a řízení výroby. Z tohoto bylo zjištěno, že samostatné řízení výroby je vcelku v pořádku, firma používá ERP systém Helios Orange. Tento systém pomáhá podporovat mnoho činností (od zpracovávání zakázky až do expedice).

Jeden z hlavních problémů firmy je samostatné rozvrhování výroby. Není plně využita počítačová podpora rozvrhování výroby. Hodně věcí, týkajících se zjištění termínu zahájení do výroby, termínů ukončení a zaváděcího množství se odhaduje intuitivně, na základě zkušenosti pracovníků.

Řešením rozvrhovacích problémů v podniku je buď zavádění pomocného plánovacího systému do firmy, anebo větší využití existujícího ERP systému HELIOS. Tento ERP systém umí i plánovat, ale ve většině firem je využit jen pro znázornění stavu firmy v jednotlivých oblastech.

Pro znázornění příkladu rozvrhování výroby pomocí plánovacího systému byl v diplomové práci vyzkoušen plánovací software katedry Výrobních systémů.

Byly testovány 2 základní přístupy pomocí konstruktivního a genetického algoritmu. Výsledky byly dosaženy velmi rychle - proces rozvrhování trvá jen 2 minuty u Konstruktivního algoritmu a 4 (resp. 8) minut u Genetického algoritmu. Genetický algoritmus dává lepší výsledky.

Aplikace takového nástroje by výrobě mohl výrazně pomoci. Firmě bych doporučila aplikaci plánovacího softwaru s použitím Konstruktivního algoritmu. Výsledky z něho byly také dobré, zpracování trvalo mnohem kratší čas a zároveň je tento postup snazší na pochopení.

## 6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] WEIHRICH, Heinz, Václav DOLANSKÝ a Harold KOONTZ. *Management*. Praha: Victoria Publishing, 1993. ISBN 8085605457.
- [2] GREGOR, Milan, Branislav MIČIETA, Ján KOŠTURIK, Peter BUBENÍK a Jindřich RŮŽIČKA. *Dynamické plánovanie a riadenie výroby*. Žilina: Žilinská univerzita, 2000. ISBN 8071006076.
- [3] HÁLEK, Vítězslav. *Plánování a organizování*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2007. ISBN 8070416563.
- [4] LOFFELMANN, Jiří. Plánování podle typů výroby. *SystemOnLine* [online]. © 2001 - 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/planovani-podle-typu-vyroby.htm>
- [5] Zakázková výroba. In: *Wikipedie: Otevřená encyklopedie* [online]. Wikimedia Foundation, 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Zak%C3%A1zkov%C3%A1\\_v%C3%BDroba](http://cs.wikipedia.org/wiki/Zak%C3%A1zkov%C3%A1_v%C3%BDroba)
- [6] Информационные системы. *IT компании России* [online]. © 2007 - 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.itcompanies.ru/04info.html>
- [7] ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ - ИС. *Www.itstan.ru* [online]. © 2006—2011 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.itstan.ru/it-i-is/osnovnye-zadachi-informacionnyh-sistem-is.html>
- [8] SVATÁ, Vlasta. *Projektové řízení v podmínkách ERP systémů*. Praha: Vysoká škola ekonomická, Fakulta informatiky a statistiky, 2002. ISBN 8024502666.
- [9] POLÁŠEK, Marek. *Rozšíření podnikového informačního systému výrobní firmy*. Brno, 2008. Dostupné z: [http://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=7765](http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=7765). Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Zdeňka Videcká.
- [10] Svět informačních systémů. *Centrum pro Výzkum Informačních Systémů* [online]. © 2003-2010 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.cvis.cz/>
- [11] ŠÍPKOVÁ, Nela. *Organizace technické přípravy výroby*. Brno, 2010. Dostupné z: [http://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=27443](http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=27443). Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Karel Osička.
- [12] Co je ERP systém. *ERP-SYSTÉMY.CZ* [online]. © 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://erp-systemy.cz/co-je-erp-system/>
- [13] POKORNÝ, Pavel. *Využití optimalizace v řízení výroby*. Brno, 2008. Dostupné z: [http://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=6336](http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=6336). Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Petr Dostál.
- [14] VestCo. *VestCo* [online]. [2012] [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.vestco.ru/tech/aps/>
- [15] APS-система ORTEMS – оперативное планирование производства. *ORTEMS Agile Manufacturing Software* [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.ortems.ru/>
- [16] Co je to MES řešení?. *MES – výrobní informační systémy* [online]. © 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.mes.cz/co-je-to-mes/>

- [17] VOJTKO, Ladislav. Systém MES jako strategický partner pro krizi. *SystemOnLine* [online]. © 2001 - 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/řízení-vyroby/system-mes-jako-strategicky-partner-pro-krizi.htm>
- [18] MES – výrobní informační systémy. *MES – výrobní informační systémy* [online]. © 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.mes.cz/>
- [19] PODNIKOVÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY – MES. *PODNIKOVÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY – MES* [online]. 2012 [cit. 2012-12-08]. Dostupné z: [http://homel.vsb.cz/~dan11/is\\_skripta/IS%202011%20-%20MES.pdf](http://homel.vsb.cz/~dan11/is_skripta/IS%202011%20-%20MES.pdf)
- [20] MZ LIBEREC. *Katalog MZ Liberec*. Liberec, 2012.
- [21] KOBLASA, František. *Systémy plánování a řízení výroby* [online]. Liberec, [2012] [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: [educom.tul.cz/getFile/case:get/id:14684](http://educom.tul.cz/getFile/case:get/id:14684). Prezentace. Technická univerzita v Liberci.
- [22] MIČUNEK, Peter. *Metastratégie pri riešení problému JOB-SHOP*. Bratislava, 2002. Dostupné z: <http://frcatel.fri.uniza.sk/users/pesko/Studenti/micunekP2.pdf>. Disertační práce. Žilinská univerzita v Žilině. Vedoucí práce Stanislav Palúch.
- [23] FIFO (информатика). In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. Wikimedia Foundation, 2012 [cit. 2012-11-17]. Dostupné z: [http://ru.wikipedia.org/wiki/FIFO\\_\(%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/FIFO_(%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0))
- [24] KALÁTOVÁ, Eva a Jaroslav DOBIÁŠ. Evoluční algoritmy. *Studenti Fakulty Aplikovaných věd* [online]. 2000 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: [http://www.kiv.zcu.cz/studies/predmety/uir/gen\\_alg2/E\\_alg.htm](http://www.kiv.zcu.cz/studies/predmety/uir/gen_alg2/E_alg.htm)
- [25] ŠTĚRBA, Ondřej. Darwinova evoluční teorie a umělá inteligence. *Elektro revize Štěrba* [online]. © 2009 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: [http://www.elreste.cz/evolution\\_algorithm.html](http://www.elreste.cz/evolution_algorithm.html)
- [26] KOBLASA, Fratišek, L.S. DIAS, J.A. OLIVEIRA a G. PEREIRA.: *Heuristic Approach as a way to Improve Scheduling in ERP/APS Systems*. Proceedings of 15th European Concurrent Engineering Conference (ECEC2008). Eds. A. Brito and J.M. Teixeira, 47-51, Porto April 2008. EUROSIS-ETI Publication. ISBN 978-9077381-399-7. (All EUROSIS Proceedings are ISI-Thomson and INSPEC referenced).
- [27] Локальный поиск (оптимизация). In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. Wikimedia Foundation, 2012 [cit. 2012-10-11]. Dostupné z: [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D0%BF%D0%BE%D0%B8%D1%81%D0%BA\\_\(%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D0%B8%D1%81%D0%BA_(%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F))
- [28] BARTÁK, Roman. *Umělá inteligence I*. Praha, [2012]. Dostupné z: <http://kti.mff.cuni.cz/~bartak/ui/lectures/lecture05.pdf>. Prezentace. Univerzita Karlova.
- [29] KOBLASA, František. *Job Shop scheduler*. Software pro rozvrhování výroby. Release 2012. Technická univerzita v Liberci

## 7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1. Poměr výrobního managementu a marketingového [3] .....	12
Obr. 2.2. ERP systémy, nasazené v malých firmách [10].....	16
Obr. 2.3. ERP systémy, nasazené ve středně velkých firmách [10].....	17
Obr. 2.4. ERP systémy, nasazené ve velkých firmách [10] .....	17
Obr. 2.5. Rozmístění modulů v systému Helios Orange [10] .....	18
Obr. 2.6. Běžný cyklus informací v podniku .....	21
Obr. 2.7. Druhy rozvrhů (upravené podle obrázku ze zdroje [22]) .....	23
Obr. 2.8. Oblast stavového prostoru [28] .....	25
Obr. 3.1. a) Vybavení operačního sálu; b) Zdrojový most; c) Otočný stropní stativ s výkyvným ramenem [20] .....	26
Obr. 3.2. Průchod zakázky firmou .....	27
Obr. 3.3. Horní část EP .....	28
Obr. 3.4. Dolní část EP (seznam polotovarů).....	29
Obr. 3.5. Horní část VP .....	29
Obr. 3.6. Druhá část VP (seznam jeho součástí) .....	30
Obr. 3.7. Dolní část VP (technologický postup výroby).....	30
Obr. 3.8. Postup výrobního procesu s doprovázejícími dokumenty .....	31
Obr. 3.9. Postup výroby polotovaru 1, 2, 3, 4, 5 .....	32
Obr. 3.10. Materiálový a informační tok.....	33
Obr. 3.11. Požadavky na materiál (polotovar) .....	34
Obr. 3.12a. Dokumentační průběh zakázky výrobou .....	35
Obr. 3.12b. Dokumentační průběh zakázky výrobou.....	36
Obr. 3.13. Průběh zakázky firmou (informační) .....	37
Obr. 3.14. Část průvodky na výrobní příkaz (číslo dílů, číslo výkresu a číslo změny) .....	38
Obr. 3.15. Technologický postup (část průvodky na VP) .....	38
Obr. 3.16. Organizační řád výroby .....	39
Obr. 4.1. Model pro plánovací pokus.....	42
Obr. 4.2. Příklad načítání a nastavení modelu .....	42

Obr. 4.3. Přehled výsledků konstruktivního algoritmu .....	43
Obr. 4.4. Přehled části rozvrhu.....	43
Obr. 4.5. Využití pracovišť .....	44
Obr. 4.6. Zpoždění zakázek.....	44




## 8 SEZNAM TABULEK

Tabulka 4.1. Výsledky kritéria „tardiness“ (zpoždění zakázek) .....	45
Tabulka 4.2. Výsledky kritéria „makespan“ (maximální čas zhotovení všech zakázek) .....	46
Tabulka 4.3. Ruční výpočet pracností nestíhajících zakázek .....	48
Tabulka 4.3. Ruční výpočet pracností nestíhajících zakázek (pokračování) .....	49
Tabulka 4.4. Porovnání výsledků .....	50
Tabulka 4.5. Charakteristiky algoritmů .....	51

## 9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1. Expediční příkaz .....	60
Příloha 2. Průvodka na Výrobní příkaz .....	61
Příloha 3. Objednací list .....	62
Příloha 4. Dokument „Potvrzení zakázky“ .....	63
Příloha 5. Dopředný rozvrh .....	64
Příloha 6. Zpětný rozvrh .....	65
Příloha 7. Využití pracovišť .....	66
Příloha 8. Splnění zákaznického termínu (Konstruktivní algoritmus, kritérium zpoždění) .....	67
Příloha 9. Splnění zákaznického termínu (Konstruktivní algoritmus, kritérium „makespan“).....	68
Příloha 10. Splnění zákaznického termínu (Genetický algoritmus, kritérium zpoždění, nastavení 4 minuty) .....	69
Příloha 11. Splnění zákaznického termínu (Genetický algoritmus, kritérium zpoždění, nastavení 8 minut) .....	70
Příloha 12. Splnění zákaznického termínu (Genetický algoritmus, kritérium „makespan“, nastavení 4 minuty) .....	71
Příloha 13. Splnění zákaznického termínu (Genetický algoritmus, kritérium „makespan“, nastavení 8 minut) .....	72
Příloha 14. Dříve dokončené zakázky .....	73

Příloha 1. Expediční příkaz

EXPEDIČNÍ PŘÍKAZ				
<b>Dodávatel:</b> MZ Liberec, a.s. U Nisy 362/6 460 01 Liberec 3, Czech Republic IČ : 47306581 DIČ: CZ47306581 Spisová značka: B. 1538 vedená u rejstříkového soudu v Ústí nad Labem			<b>Řada dokladu :</b> 510 <b>Číslo dokladu :</b> 000263 AG <b>Sklad :</b> 009 <b>Středisko :</b> 070 <b>Zakázka :</b> 1202000048 <b>Zodpovědný prac:</b> Simonianová Věra <b>Způsob dopravy :</b>	
Telefon : 488 040 111		Fax : 488 040 328		E-mail : <a href="mailto:info@mzliberec.cz">info@mzliberec.cz</a>
<b>Místo určení :</b>			<b>Odběratel :</b> POLY-TECHNIK Sp. z o.o.  Wola Karczewska 50 05-408 Glinianka	
<b>Datum závoz :</b> <b>Datum dodání (expedice):</b> 6.4.2012 <b>Datum dodání (montáže) :</b>			IČ : PL5261005140 DIČ : PL5261005140	
položka č.	Označení	Popis dodávky	Množství / Zbývá vydat	MJ
1	p72 905500-3L K---Z- 905502	Zdrojový most ZMP07 - pro dvě lůžka	12,00	12,00 ks
2	p26 888800.001 K---Z- 831400	Nosič infuzí 900 mm komplet na rameno lomené, 4 + 4 poziční, leštěno	24,00	24,00 ks
3	p69 072025031.004 K---Z- 700507-N	Policev tyč pro ZMP s plastovou zátkou-ø20mm, L=NESTANDARD, leštěno	48,00	48,00 ks
4	p69 721000.001 -----	délka 900 mm Tyč závěsná nestandardní délka pro rameno rovné, leštěno	24,00	24,00 ks Liberec-expedic
5	p72 053003041.002 K---Z- 400118	L = 500 mm Police pro ZMP, bez zásuvky, bez ovládání, 580 x 550 mm, s medilistami	24,00	24,00 ks
6	p72 090055045 K---Z- 800303-N	SESTAVA PODHLEDOVÉHO KRYTU 600x600_ZMP07	36,00	36,00 ks
7	p72 701230.001 K---Z- 701230	Pojezd pro ZMP a VK	24,00	24,00 ks Liberec-expedic
8	p72 775620.004 K---Z- 775623	Držák ramen - 2 ramena (550 mm a lomené), na ZMP, PS, OK	24,00	24,00 ks
9	p72 832100.004 K---Z- 400118	Police pro ZMP, se zásuvkou, bez ovládání, 580 x 550 x 97 mm, s medilistami	24,00	24,00 ks
10	p72 905530.00 K---Z- 905530	Mezikus pro ZMP a PS07, plyn	18,00	0,00 ks Liberec-expedic
11	p72 905530.01 K---Z- 905531	počet bude upraven Mezikus pro ZMP a PS07, elektro	18,00	0,00 ks Liberec-expedic
12	p72 905500-3L K---Z- 905503	počet bude upraven Zdrojový most ZMP07 - pro tři lůžka	4,00	4,00 ks
13	p26 888800.001 K---Z- 831400	Nosič infuzí 900 mm komplet na rameno lomené, 4 + 4 poziční, leštěno	12,00	12,00 ks
14	p69 072025031.004 K---Z- 700507-N	Policev tyč pro ZMP s plastovou zátkou-ø20mm, L=NESTANDARD, leštěno	24,00	24,00 ks
15	p69 721000.001 -----	900 mm Tyč závěsná nestandardní délka pro rameno rovné, leštěno	12,00	12,00 ks Liberec-expedic
		L = 500 mm		
Datum vystavení 9.3.2012 12:37:22				
		Vystavil : Věra Simonianová Expediční příkaz : 510000263 Strana: 1 / 2		

Průvodka na výrobní příkaz		401-1890
<b>Zadaná dávka:</b> 24 ks <b>Číslo zakázky:</b> 1207A00805 <b>Termín zadání do výroby:</b> 12.3.2012 <b>Termín ukončení výroby:</b> 10.4.2012 <b>Nadřazená zakázka:</b> 1202000048 12xZMP 2L, 4xZMP 3L Poly-technik Gdaňsk	<b>Vyráběný dílec:</b> p26 868800.001 <b>Nosič infuze 900 mm komplet na rameno lomené, 4 + 4 poziční, leštěno</b> <b>Číslo výkresu revize</b> 86.88.00 a <b>číslo změny:</b> 2738 <b>Zajištěno balení:</b> No <b>Místo expedice:</b> No <b>Potvrzené datum expedice:</b> No	
Pozn.:		
Norma RSP:	AIR:	CO2:
Norma POHON:	Kusy:	Norma ODTAH:
Kusy:		
Reg. číslo	Název	Množství
p26 868803.001	Tyč infuze 900 mm, leštěná	24 ks
p26 868808.001	Koš pro infuze 4 poziční, leštěný	24 ks
p26 868809.001	Věšák pro infuzní sáčky 4 poziční, leštěno	24 ks
p26 868807	Svírka stavitelná pro fixaci příslušenství na tyči ø20 mm	24 ks
p26 868808.01	Šroub M18x1,5 -ZMP a ZMS 93	48 ks
Doklad Typ - Operace	Název	Středisko Pracoviště / Koop
1	MONTÁŽ	30000317
J- 10		9519 Montáž jednodu
		Přípravný čas Jednicový čas
		15,00 min.
		7,50 min.
		Zhotovil
		Odvedeno
		Zmetky
		Datum Podpis
2	BALIT	30000317
R- 20		9913 Balení výrobků
		5,00 min.
		1,50 min.
		Zhotovil
		Odvedeno
		Zmetky
		Datum Podpis

Expedice		Kvalita		Mistr	
----------	--	---------	--	-------	--

8.4.2012 22:49:34



1207A00805

Strana číslo: 1 / 1

Zodpovědný pracovník výroby



Vyráběný dílec:		Potvrzení zakázky	1202000048	
p69 072025031.004 Pollice tyč pro ZMP s plastovou zátkou ø20mm, L=NESTANDARD, leštěno		Zadaná dávka:	48 ks 1207A001108 6.4.2012	Datum dokončení:
Ukončeno	12xZMP 2L, 4xZMP 3L			
EXP 510	263			
p69 072025031.004 Pollice tyč pro ZMP s plastovou zátkou ø20mm, L=NESTANDARD, leštěno				
Ukončeno	12xZMP 2L, 4xZMP 3L			
EXP 510	263			
p26 868800.001 Nosič infuzí 900 mm komplet na rameno lomené, 4 + 4 poziční, leštěno				
Ukončeno	12xZMP 2L, 4xZMP 3L			
EXP 510	263			
p26 868800.001 Nosič infuzí 900 mm komplet na rameno lomené, 4 + 4 poziční, leštěno				
Ukončeno	12xZMP 2L, 4xZMP 3L			
EXP 510	263			
p69 721000.001 Tyč závěsná nestandardní délka pro rameno rovné, leštěno - bez plastové zátky				
Ukončeno	12xZMP 2L, 4xZMP 3L			
EXP 510	263			
p69 721000.001 Tyč závěsná nestandardní délka pro rameno rovné, leštěno - bez plastové zátky				
Ukončeno	12xZMP 2L, 4xZMP 3L			
EXP 510	263			
p72 083003041.002 Pollice pro ZMP, bez zásvuky, bez ovládání, 580 x 550 mm, s medilistami				
Ukončeno	12xZMP 2L, 4xZMP 3L			
EXP 510	263			
p72 083003041.002 Pollice pro ZMP, bez zásvuky, bez ovládání, 580 x 550 mm, s medilistami				
Ukončeno	12xZMP 2L, 4xZMP 3L			
EXP 510	263			

Příloha 5. Dopředný rozvrh

Operace	Stroj	Začatek	Konec	Sekvence	Zakázka	Procesní čas/suma dávky	Termín zahájení do výroby	Termín dokončení zakázky	Seřizovací čas	Transport
0	18	131960	132730	239	0	250	21.12.2011 21:20	22.12.2011 10:10	520	0
1	28	133242,6	134552,6	245	0	650	22.12.2011 18:42	23.12.2011 16:32	120	15
2	27	134672,6	134707,6	247	0	25	23.12.2011 18:32	23.12.2011 19:07	10	120
3	48	134722,6	135367,6	250	0	125	23.12.2011 19:22	24.12.2011 6:07	10	15
4	33	135362,6	135962,6	252	0	550	24.12.2011 6:02	24.12.2011 16:02	20	15
5	9	136082,6	136872,6	255	0	275	24.12.2011 18:02	25.12.2011 7:12	5	120
6	65	136962,6	137242,6	256	0	250	25.12.2011 8:42	25.12.2011 13:22	30	120
7	81	142282,6	142782,6	265	0	500	29.12.2011 1:22	29.12.2011 9:42	0	5040
8	80	147822,6	148322,6	271	0	500	1.1.2012 21:42	2.1.2012 6:02	0	5040
9	61	167965	168780	321	1	300	15.1.2012 21:25	16.1.2012 11:00	515	0
10	61	168809	168838	353	2	24	16.1.2012 11:29	16.1.2012 11:58	5	0
11	61	168780	168809	347	3	24	16.1.2012 11:00	16.1.2012 11:29	5	0
930	20	138632,6	142462,6	263	228	1820	26.12.2011 12:32	29.12.2011 4:22	30	15
931	48	142029,6	142965,2	266	228	405,6	28.12.2011 21:09	29.12.2011 12:45	530	15
932	81	148005,2	148525,2	272	228	520	2.1.2012 0:45	2.1.2012 9:25	0	5040
933	80	153565,2	154085,2	289	228	520	5.1.2012 21:25	6.1.2012 6:05	0	5040

Příloha 6. Zpětný rozvrh

Operace	Stroj	Začatek	Konec	Sekvence	Zakázka	Procesní čas/suma dávky	Termín zahájení do výroby	Termín dokončení zakázky	Seřizovací čas	Transport
0	18	158465,5	158725,5	694	0	250	9.1.2012 7:06	9.1.2012 11:26	10	0
1	28	158620,5	159930,5	688	0	650	9.1.2012 9:41	10.1.2012 7:31	120	15
2	27	173435,6	173470,6	686	0	25	19.1.2012 16:36	19.1.2012 17:11	10	120
3	48	173475,6	173610,6	683	0	125	19.1.2012 17:16	19.1.2012 19:31	10	15
4	33	182920,6	183520,6	681	0	550	26.1.2012 6:41	26.1.2012 16:41	20	15
5	9	283051,4	283841,4	678	0	275	4.4.2012 19:32	5.4.2012 8:42	5	120
6	65	290126,4	290916,4	677	0	250	9.4.2012 17:27	10.4.2012 6:37	30	120
7	81	295956,4	296456,4	668	0	500	13.4.2012 18:37	14.4.2012 2:57	0	5040
8	80	329675	330175	662	0	500	7.5.2012 4:35	7.5.2012 12:55	0	5040
9	61	307509,9	308324,9	612	1	300	21.4.2012 19:10	22.4.2012 8:45	5	0
10	61	308353,9	308382,9	580	2	24	22.4.2012 9:14	22.4.2012 9:43	5	0
11	61	308324,9	308353,9	586	3	24	22.4.2012 8:45	22.4.2012 9:14	5	0
929	48	173610,6	176228,6	676	228	1508	19.1.2012 19:31	21.1.2012 15:09	30	15
930	20	176213,6	179143,6	670	228	1820	21.1.2012 14:54	23.1.2012 15:44	30	15
931	48	282660,4	283116,4	667	228	405,6	4.4.2012 13:01	4.4.2012 20:37	20	15
932	81	296976,4	297496,4	661	228	520	14.4.2012 11:37	14.4.2012 20:17	0	5040
933	80	330695	331215	644	228	520	7.5.2012 21:35	8.5.2012 6:15	0	5040



Příloha 7. Využití pracovišť

	Směnnost		Pracuje		Seřizování stroje		Nepracuje		Práce je blokována		Seřizování je blokováno	
stroje	V směně	Mimo	Celkem	Ve směně	Celkem	Ve směně	Celkem	Ve směně	Celkem	Ve směně	Celkem	Ve směně
0	63%	37%	0%	0%	0%	0%	62%	100%	0%	0%	0%	1%
1	63%	37%	1%	1%	0%	0%	62%	99%	0%	1%	1%	2%
2	63%	37%	1%	1%	0%	0%	62%	99%	0%	1%	1%	3%
3	63%	37%	0%	0%	0%	0%	62%	100%	0%	0%	0%	1%
4	63%	37%	0%	0%	0%	0%	62%	100%	0%	0%	0%	0%
5	63%	37%	1%	1%	0%	0%	62%	99%	1%	2%	1%	2%
6	63%	37%	1%	1%	0%	0%	62%	99%	1%	2%	0%	0%
7	63%	37%	1%	1%	0%	0%	62%	99%	0%	1%	0%	1%
8	63%	37%	4%	6%	0%	0%	59%	94%	2%	6%	0%	0%
9	63%	37%	6%	9%	0%	0%	57%	90%	3%	9%	2%	4%
94	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
95	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
96	100%	0%	1%	1%	0%	0%	99%	99%	0%	0%	0%	0%
97	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
98	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
99	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
100	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
101	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%

*Příloha 8. Splnění zákaznického termínu (Konstruktivní algoritmus, kritérium zpoždění)*

Číslo zakázky	Termín zákazníka	Termín reálný	Rozdíl
99	31.1.2012 6:00	20.5.2012 17:53	110.11:53:42
169	24.1.2012 6:00	11.2.2012 10:55	18.04:55:00
28	24.1.2012 6:00	8.2.2012 15:39	15.09:39:48
70	24.1.2012 6:00	9.2.2012 2:55	15.20:55:12
170	24.1.2012 6:00	7.2.2012 12:35	14.06:35:00
91	10.2.2012 6:00	24.2.2012 15:58	14.09:58:12
90	10.2.2012 6:00	23.2.2012 15:03	13.09:03:18
222	31.1.2012 6:00	12.2.2012 13:14	12.07:14:48
27	24.1.2012 6:00	4.2.2012 12:06	11.06:06:12
154	16.2.2012 6:00	27.2.2012 14:20	11.08:20:00
138	24.1.2012 6:00	3.2.2012 14:20	10.08:20:00
182	1.2.2012 6:00	11.2.2012 15:00	10.09:00:12
42	1.2.2012 6:00	11.2.2012 15:47	10.09:47:00
183	1.2.2012 6:00	12.2.2012 4:54	10.22:54:48
221	24.1.2012 6:00	2.2.2012 14:46	09.08:46:00
199	24.1.2012 6:00	2.2.2012 19:00	09.13:00:00
148	24.1.2012 6:00	3.2.2012 5:00	09.23:00:00
177	24.1.2012 6:00	1.2.2012 6:37	08.00:37:12
9	24.1.2012 6:00	1.2.2012 7:25	08.01:25:00
172	1.2.2012 6:00	9.2.2012 19:35	08.13:35:12
55	1.2.2012 6:00	8.2.2012 15:46	07.09:46:48
108	10.2.2012 6:00	17.2.2012 20:30	07.14:30:00
155	24.1.2012 6:00	30.1.2012 12:45	06.06:45:00
64	24.1.2012 6:00	30.1.2012 13:50	06.07:50:00
175	24.1.2012 6:00	30.1.2012 14:20	06.08:20:00
50	1.2.2012 6:00	6.2.2012 11:09	05.05:09:00
227	1.2.2012 6:00	6.2.2012 12:49	05.06:49:00
225	24.1.2012 6:00	29.1.2012 13:56	05.07:56:12
15	24.1.2012 6:00	29.1.2012 17:15	05.11:15:00
186	6.2.2012 6:00	10.2.2012 7:33	04.01:33:42
216	10.2.2012 6:00	14.2.2012 8:36	04.02:36:00
73	1.2.2012 6:00	5.2.2012 14:15	04.08:15:00
137	24.1.2012 6:00	28.1.2012 20:33	04.14:33:00
38	1.2.2012 6:00	5.2.2012 22:56	04.16:56:00
124	24.1.2012 6:00	29.1.2012 0:55	04.18:55:48
86	1.2.2012 6:00	6.2.2012 2:39	04.20:39:00

*Příloha 9. Splnění zákaznického termínu (Konstruktivní algoritmus, kritérium „makespan“)*

Číslo zakázky	Termín zákazníka	Termín reálný	Rozdíl
99	31.1.2012 6:00	20.5.2012 17:41	110.11:41:18
169	24.1.2012 6:00	12.2.2012 9:54	19.03:54:00
28	24.1.2012 6:00	9.2.2012 6:47	16.00:47:00
70	24.1.2012 6:00	9.2.2012 14:00	16.08:00:18
177	24.1.2012 6:00	8.2.2012 19:25	15.13:25:24
91	10.2.2012 6:00	24.2.2012 15:58	14.09:58:12
222	31.1.2012 6:00	15.2.2012 4:57	14.22:57:24
27	24.1.2012 6:00	6.2.2012 10:44	13.04:44:48
90	10.2.2012 6:00	23.2.2012 15:03	13.09:03:18
170	24.1.2012 6:00	6.2.2012 16:35	13.10:35:00
138	24.1.2012 6:00	5.2.2012 14:20	12.08:20:00
154	16.2.2012 6:00	27.2.2012 14:20	11.08:20:00
182	1.2.2012 6:00	11.2.2012 6:50	10.00:50:18
42	1.2.2012 6:00	10.2.2012 21:07	09.15:07:00
148	24.1.2012 6:00	3.2.2012 5:00	09.23:00:00
9	24.1.2012 6:00	1.2.2012 10:02	08.04:02:00
183	1.2.2012 6:00	9.2.2012 9:50	08.03:50:18
199	24.1.2012 6:00	1.2.2012 6:03	08.00:03:00
55	1.2.2012 6:00	9.2.2012 3:10	07.21:10:18
108	10.2.2012 6:00	17.2.2012 20:30	07.14:30:00
172	1.2.2012 6:00	8.2.2012 17:09	07.11:09:18
8	1.2.2012 6:00	7.2.2012 9:53	06.03:53:18
73	1.2.2012 6:00	7.2.2012 15:47	06.09:47:18
124	24.1.2012 6:00	30.1.2012 19:28	06.13:28:00
155	24.1.2012 6:00	30.1.2012 12:45	06.06:45:00
175	24.1.2012 6:00	30.1.2012 6:10	06.00:10:00
221	24.1.2012 6:00	30.1.2012 18:26	06.12:26:00
15	24.1.2012 6:00	29.1.2012 21:00	05.15:00:00
50	1.2.2012 6:00	6.2.2012 10:16	05.04:16:18
64	24.1.2012 6:00	29.1.2012 14:08	05.08:08:00
173	24.1.2012 6:00	29.1.2012 7:40	05.01:40:00
86	1.2.2012 6:00	5.2.2012 11:48	04.05:48:06
102	1.2.2012 6:00	6.2.2012 3:41	04.21:41:00
137	24.1.2012 6:00	28.1.2012 20:33	04.14:33:00
179	24.1.2012 6:00	29.1.2012 1:00	04.19:00:00
186	6.2.2012 6:00	10.2.2012 7:05	04.01:05:18
216	10.2.2012 6:00	14.2.2012 8:36	04.02:36:00
219	24.1.2012 6:00	28.1.2012 17:58	04.11:58:00
225	24.1.2012 6:00	29.1.2012 5:15	04.23:15:00

Příloha 10. Splnění zákaznického termínu (Genetický algoritmus, kritérium zpoždění, nastavení 4 minuty)

Číslo zakázky	Termín zákazníka	Termín reálný	Rozdíl
52	31.1.2012 6:00	20.5.2012 16:19	110.10:19:00
133	24.1.2012 6:00	12.2.2012 16:35	19.10:35:00
213	24.1.2012 6:00	11.2.2012 11:14	18.05:14:00
73	24.1.2012 6:00	11.2.2012 1:40	17.19:40:00
72	24.1.2012 6:00	9.2.2012 6:47	16.00:47:00
154	24.1.2012 6:00	7.2.2012 13:47	14.07:47:08
183	10.2.2012 6:00	24.2.2012 15:58	14.09:58:12
161	10.2.2012 6:00	23.2.2012 15:03	13.09:03:18
187	24.1.2012 6:00	6.2.2012 10:44	13.04:44:48
215	31.1.2012 6:00	13.2.2012 3:40	12.21:40:00
110	16.2.2012 6:00	27.2.2012 14:20	11.08:20:00
168	24.1.2012 6:00	4.2.2012 6:53	11.00:53:00
217	24.1.2012 6:00	4.2.2012 14:20	11.08:20:00
31	1.2.2012 6:00	11.2.2012 14:49	10.08:49:00
29	1.2.2012 6:00	10.2.2012 11:15	09.05:15:57
83	24.1.2012 6:00	3.2.2012 5:00	09.23:00:00
188	24.1.2012 6:00	2.2.2012 18:45	09.12:45:00
15	1.2.2012 6:00	9.2.2012 4:29	07.22:29:48
41	1.2.2012 6:00	8.2.2012 16:06	07.10:06:00
167	10.2.2012 6:00	17.2.2012 20:30	07.14:30:00
173	24.1.2012 6:00	1.2.2012 0:51	07.18:51:08
34	1.2.2012 6:00	7.2.2012 12:34	06.06:34:00
199	24.1.2012 6:00	30.1.2012 12:45	06.06:45:00
11	1.2.2012 6:00	6.2.2012 17:01	05.11:01:00
14	1.2.2012 6:00	6.2.2012 21:35	05.15:35:57
16	1.2.2012 6:00	6.2.2012 7:00	05.01:00:57
30	1.2.2012 6:00	6.2.2012 15:41	05.09:41:57
129	24.1.2012 6:00	29.1.2012 10:30	05.04:30:00
152	24.1.2012 6:00	29.1.2012 16:14	05.10:14:12
153	24.1.2012 6:00	29.1.2012 7:15	05.01:15:12
21	1.2.2012 6:00	5.2.2012 21:43	04.15:43:00
35	1.2.2012 6:00	5.2.2012 8:57	04.02:57:00
134	24.1.2012 6:00	28.1.2012 14:46	04.08:46:12
138	24.1.2012 6:00	28.1.2012 13:40	04.07:40:00
150	24.1.2012 6:00	28.1.2012 14:41	04.08:41:08
172	24.1.2012 6:00	28.1.2012 18:39	04.12:39:36
176	24.1.2012 6:00	28.1.2012 20:23	04.14:23:00
182	10.2.2012 6:00	14.2.2012 8:36	04.02:36:00

*Příloha 11. Splnění zákaznického termínu (Genetický algoritmus, kritérium zpoždění, nastavení 8 minut)*

Číslo zakázky	Termín zákazníka	Termín reálný	Rozdíl
52	31.1.2012 6:00	20.5.2012 17:07	110.11:07:30
133	24.1.2012 6:00	10.2.2012 11:16	17.05:16:12
168	24.1.2012 6:00	9.2.2012 14:08	16.08:08:30
72	24.1.2012 6:00	7.2.2012 6:40	14.00:40:06
154	24.1.2012 6:00	7.2.2012 12:51	14.06:51:18
183	10.2.2012 6:00	24.2.2012 15:58	14.09:58:12
161	10.2.2012 6:00	23.2.2012 15:03	13.09:03:18
6	11.4.2012 6:00	30.3.2012 3:55	- 12.02:05:00
213	24.1.2012 6:00	5.2.2012 14:47	12.08:47:30
217	24.1.2012 6:00	5.2.2012 14:20	12.08:20:00
110	16.2.2012 6:00	27.2.2012 14:20	11.08:20:00
187	24.1.2012 6:00	4.2.2012 12:06	11.06:06:12
31	1.2.2012 6:00	11.2.2012 17:01	10.11:01:12
132	24.1.2012 6:00	3.2.2012 13:31	10.07:31:12
83	24.1.2012 6:00	3.2.2012 5:00	09.23:00:00
188	24.1.2012 6:00	2.2.2012 7:25	09.01:25:02
29	1.2.2012 6:00	9.2.2012 10:10	08.04:10:00
41	1.2.2012 6:00	10.2.2012 4:00	08.22:00:00
4	30.11.2011 6:00	22.11.2011 21:55	- 07.08:05:00
15	1.2.2012 6:00	8.2.2012 10:31	07.04:31:30
153	24.1.2012 6:00	31.1.2012 7:45	07.01:45:12
167	10.2.2012 6:00	17.2.2012 20:30	07.14:30:00
11	1.2.2012 6:00	8.2.2012 1:47	06.19:47:30
16	1.2.2012 6:00	7.2.2012 10:08	06.04:08:00
34	1.2.2012 6:00	7.2.2012 18:38	06.12:38:00
199	24.1.2012 6:00	30.1.2012 12:45	06.06:45:00
215	31.1.2012 6:00	6.2.2012 13:55	06.07:55:48
14	1.2.2012 6:00	6.2.2012 10:31	05.04:31:00
73	24.1.2012 6:00	29.1.2012 12:00	05.06:00:00
88	24.1.2012 6:00	29.1.2012 13:56	05.07:56:12
129	24.1.2012 6:00	30.1.2012 1:11	05.19:11:12
152	24.1.2012 6:00	29.1.2012 15:16	05.09:16:02
30	1.2.2012 6:00	5.2.2012 18:10	04.12:10:48
35	1.2.2012 6:00	6.2.2012 3:57	04.21:57:18
176	24.1.2012 6:00	28.1.2012 20:33	04.14:33:00
182	10.2.2012 6:00	14.2.2012 8:36	04.02:36:00
222	24.1.2012 6:00	28.1.2012 18:21	04.12:21:00

Příloha 12. Splnění zákaznického termínu (Genetický algoritmus, kritérium „makespan“, nastavení 4 minuty)

Číslo zakázky	Termín zákazník	Termín reálný	Rozdíl
52	31.1.2012 6:00	20.5.2012 16:19	110.10:19:00
133	24.1.2012 6:00	12.2.2012 16:35	19.10:35:00
213	24.1.2012 6:00	11.2.2012 11:14	18.05:14:00
73	24.1.2012 6:00	11.2.2012 1:40	17.19:40:00
72	24.1.2012 6:00	9.2.2012 6:47	16.00:47:00
154	24.1.2012 6:00	7.2.2012 13:47	14.07:47:08
183	10.2.2012 6:00	24.2.2012 15:58	14.09:58:12
187	24.1.2012 6:00	6.2.2012 10:44	13.04:44:48
161	10.2.2012 6:00	23.2.2012 15:03	13.09:03:18
215	31.1.2012 6:00	13.2.2012 3:40	12.21:40:00
168	24.1.2012 6:00	4.2.2012 6:53	11.00:53:00
110	16.2.2012 6:00	27.2.2012 14:20	11.08:20:00
217	24.1.2012 6:00	4.2.2012 14:20	11.08:20:00
31	1.2.2012 6:00	11.2.2012 14:49	10.08:49:00
29	1.2.2012 6:00	10.2.2012 11:15	09.05:15:57
188	24.1.2012 6:00	2.2.2012 18:45	09.12:45:00
83	24.1.2012 6:00	3.2.2012 5:00	09.23:00:00
41	1.2.2012 6:00	8.2.2012 16:06	07.10:06:00
167	10.2.2012 6:00	17.2.2012 20:30	07.14:30:00
173	24.1.2012 6:00	1.2.2012 0:51	07.18:51:08
15	1.2.2012 6:00	9.2.2012 4:29	07.22:29:48
34	1.2.2012 6:00	7.2.2012 12:34	06.06:34:00
199	24.1.2012 6:00	30.1.2012 12:45	06.06:45:00
16	1.2.2012 6:00	6.2.2012 7:00	05.01:00:57
153	24.1.2012 6:00	29.1.2012 7:15	05.01:15:12
129	24.1.2012 6:00	29.1.2012 10:30	05.04:30:00
30	1.2.2012 6:00	6.2.2012 15:41	05.09:41:57
152	24.1.2012 6:00	29.1.2012 16:14	05.10:14:12
11	1.2.2012 6:00	6.2.2012 17:01	05.11:01:00
14	1.2.2012 6:00	6.2.2012 21:35	05.15:35:57
182	10.2.2012 6:00	14.2.2012 8:36	04.02:36:00
35	1.2.2012 6:00	5.2.2012 8:57	04.02:57:00
138	24.1.2012 6:00	28.1.2012 13:40	04.07:40:00
150	24.1.2012 6:00	28.1.2012 14:41	04.08:41:08
134	24.1.2012 6:00	28.1.2012 14:46	04.08:46:12
172	24.1.2012 6:00	28.1.2012 18:39	04.12:39:36
176	24.1.2012 6:00	28.1.2012 20:23	04.14:23:00
21	1.2.2012 6:00	5.2.2012 21:43	04.15:43:00

Příloha 13. Splnění zákaznického termínu (Genetický algoritmus, kritérium „makespan“, nastavení 8 minut)

Číslo zakázky	Termín zákazník	Termín reálný	Rozdíl
52	40939,25	41049,59021	110.08:09:54
133	40932,25	40949,51773	17.06:25:32
72	40932,25	40948,77486	16.12:35:48
183	40949,25	40963,66542	14.09:58:12
168	40932,25	40946,74722	14.11:56:00
187	40932,25	40945,43736	13.04:29:48
161	40949,25	40962,62729	13.09:03:18
84	40939,25	40953,14444	13.21:28:00
110	40955,25	40966,59722	11.08:20:00
213	40932,25	40943,73264	11.11:35:00
215	40939,25	40950,73528	11.11:38:48
188	40932,25	40942,30417	10.01:18:00
31	40940,25	40950,73257	10.11:34:54
217	40932,25	40941,59722	09.08:20:00
29	40940,25	40949,67924	09.10:18:06
83	40932,25	40942,20833	09.23:00:00
73	40932,25	40940,51042	08.06:15:00
41	40940,25	40948,65194	08.09:38:48
15	40940,25	40947,39785	07.03:32:54
132	40932,25	40939,53704	07.06:53:20
167	40949,25	40956,85417	07.14:30:00
172	40932,25	40939,86773	07.14:49:32
14	40940,25	40946,46951	06.05:16:06
199	40932,25	40938,53125	06.06:45:00
34	40940,25	40946,82368	06.13:46:06
154	40932,25	40945,05986	16.19:26:12
153	40932,25	40937,32259	05.01:44:32
134	40932,25	40937,60384	05.08:29:32
222	40932,25	40937,62139	05.08:54:48
30	40940,25	40945,62438	05.08:59:06
176	40932,25	40936,44306	04.04:38:00
178	40932,25	40936,47917	04.05:30:00
2	40940,25	40944,59444	04.08:16:00
150	40932,25	40936,65176	04.09:38:32
152	40932,25	40936,75681	04.12:09:48
88	40932,25	40937,21875	04.23:15:00

*Příloha 14. Dříve dokončené zakázky*

Číslo zakázky	Termín zákazník	Termín reálný	Rozdíl
10	7.2.2012 6:00	26.10.2011 18:41	- 103.11:18:48
20	7.2.2012 6:00	26.10.2011 10:05	- 103.19:54:12
23	7.2.2012 6:00	26.10.2011 10:30	- 103.19:29:36
106	7.2.2012 6:00	26.10.2011 9:30	- 103.20:30:00
127	7.2.2012 6:00	26.10.2011 10:33	- 103.19:26:42
141	7.2.2012 6:00	26.10.2011 6:01	- 103.23:58:48
142	7.2.2012 6:00	26.10.2011 6:08	- 103.23:52:00
144	7.2.2012 6:00	26.10.2011 6:25	- 103.23:34:36
194	7.2.2012 6:00	26.10.2011 10:00	- 103.19:59:20
214	7.2.2012 6:00	26.10.2011 12:15	- 103.17:44:42
13	7.2.2012 6:00	2.11.2011 6:10	- 96.23:49:48
136	7.2.2012 6:00	2.11.2011 9:46	- 96.20:13:36
188	31.1.2012 6:00	16.12.2011 15:55	- 45.14:05:00
178	13.1.2012 6:00	6.12.2011 7:33	- 37.22:27:00
215	30.12.2011 6:00	25.11.2011 13:00	- 34.17:00:00
1	31.1.2012 6:00	3.1.2012 2:49	- 28.03:10:24
229	31.1.2012 6:00	5.1.2012 1:43	- 26.04:16:24
228	31.1.2012 6:00	5.1.2012 10:23	- 25.19:36:24
65	9.2.2012 6:00	16.1.2012 9:09	- 23.20:50:24
184	25.11.2011 6:00	1.11.2011 19:35	- 23.10:25:00
185	25.11.2011 6:00	1.11.2011 15:55	- 23.14:05:00
35	11.1.2012 6:00	19.12.2011 6:03	- 22.23:57:00
39	8.2.2012 6:00	16.1.2012 6:10	- 22.23:50:00
130	9.2.2012 6:00	17.1.2012 8:18	- 22.21:42:00
161	8.2.2012 6:00	16.1.2012 16:32	- 22.13:28:00
5	9.2.2012 6:00	18.1.2012 9:38	- 21.20:22:00
29	30.12.2011 6:00	8.12.2011 11:32	- 21.18:28:00
62	30.12.2011 6:00	8.12.2011 20:58	- 21.09:02:00
158	30.12.2011 6:00	8.12.2011 20:38	- 21.09:22:00